RADIO UND FERNSEHEN

MONATSZEITSCHRIFT FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK UND ELEKTRONIK

3. JAHRGANG **12** DEZEMBER 1954



VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN W 8

Aus dem Inhalt

Titelbild:

Auf besonderen Spezialmaschinen werden die Kondensatorwickel sorgfältig hergestellt. Auf den Seiten 350 bis 354 berichten wir über die Fertigung von MP-, Styroflex- und Elektrolytkondensatoren im VEB Kondensatorenwerk Gera.

Die Rundfunkwellenausbreitung im November 1954

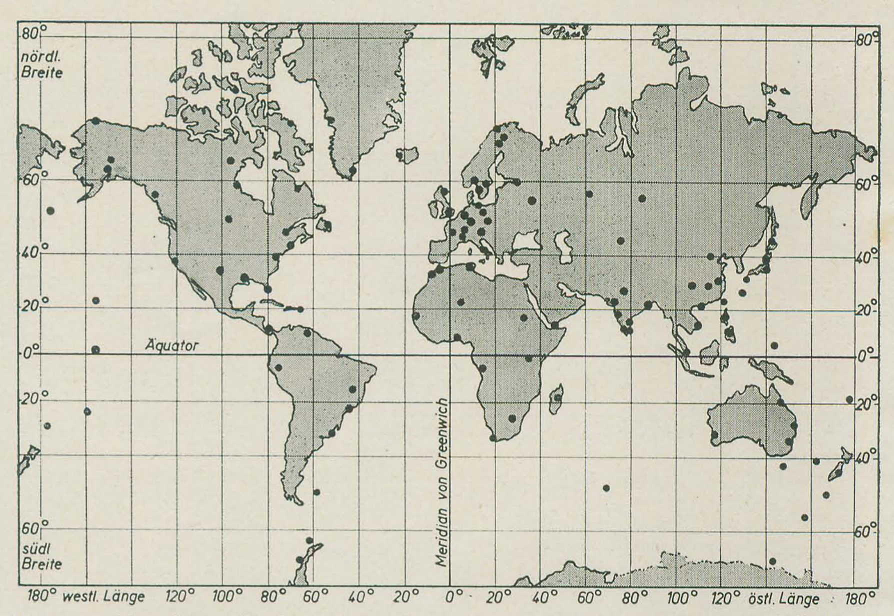
Mitteilung aus dem Observatorium Kühlungsborn, Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der Deutschen Demokratischen Republik

Lang-, Mittel- und Kurzwellen

Der Mittagswert der F_2-Grenzfrequenzen lag im Berichtsmonat durchschnittlich bei fast 6 MHz und damit merklich höher als im Sommer. Er ist im winterlichen Tagesgang identisch mit dem Tageshöchstwert, während im Sommer das Tagesmaximum erst in den Abendstunden eintritt. Der morgendliche Tiefstwert der F_2-Grenzfrequenzen, der stets kurz vor Sonnenaufgang erreicht wird, lag im Durchschnitt des Berichtsmonats etwas über 2 MHz. Im übrigen ist der Monat bis auf die beiden ersten Tage, die auch in der erdmagnetischen Aktivität herausragten, als im wesentlichen ionosphärisch ungestört zu bezeichnen.

Es sei nun hier einmal auf die große Bedeutung hingewiesen, die der Ionosphärenforschung beigemessen wird. Die unten abgebildete Weltkarte zeigt die Verteilung der zur Zeit etwa 120 international bekannten Stationen, in denen regelmäßig halbstündlich oder stündlich durch Echolotung die Reflexionshöhen und Grenzfrequenzen der Ionosphärenschichten registriert werden. Das außerordentliche Interesse an diesen elektrisch leitfähigen Gebieten der hohen Atmosphäre erklärt sich aus deren Bedeutung für die Ausbreitung der Funkwellen, insbesondere des weltumspannenden Kurzwellenverkehrs, der sich ausschließlich über die Ionosphäre abwickelt. Mit leistungsfähigen Sende- und Empfangsanlagen allein ist es also noch nicht getan, sondern eine ganz entscheidende Rolle spielt dabei zum Beispiel auch die Frequenzwahl, die nur auf Grund von Ionosphärenbeobachtungen richtig getroffen werden kann. Besonders wirksam wird die Funkstreckenberatung durch die Möglichkeit einer Vorhersage von Ionosphärenstörungen, so daß durch rechtzeitige Ausweichmaßnahmen oft Ausfälle vermieden werden können.

Die Bedeutung der Ionosphärenforschung erschöpft sich jedoch keineswegs in dieser eng zweckgebundenen Hinsicht. Sie spielt auch in der rein geophysikalischen Erforschung der Hochatmospäre eine hervorragende Rolle. Aus der Beobachtung ionosphärisch reflektierter Wellen lassen sich Aufschlüsse über Zustand und Veränderungen ferner Regionen der hohen Atmosphäre gewinnen, die mit anderen Mitteln bisher nicht zu erreichen sind. Das besondere Interesse der Geophysik an der Ionosphäre leitet sich vor allem aus der Tatsache ab, daß die Hochatmosphäre eine Schlüsselstellung für das Verständnis gewisser Vorgänge auf der Sonne und deren Auswirkungen auf die Erde einnimmt. Mit der solaren Ultraviolett- und Korpuskularstrahlung sind dort zum Beispiel Komponenten der Sonnenstrahlung wirksam, die die Erdoberfläche nie erreichen und daher auch nicht direkt beobachtet werden können. Zur Lösung aller damit zusammenhängender Fragen bedarf es eines weltweiten Netzes von Beobachtungsstationen und enger internationaler Zusammenarbeit. 1957/58 soll diesen Problemen ein ganzes Jahr besonders intensiver Forschung, das sogenannte „Internationale Geophysikalische Jahr", gewidmet werden. *Spr.*



Weltweite Verteilung der Ionosphärenobservatorien, soweit sie international bekannt geworden sind. (Stand vom Sommer 1954)

Ultrakurzwellen

Die Monatsmittelwerte der UKW-Empfangsfeldstärken auf mittleren und großen Entfernungen waren im November nur unwesentlich niedriger als im Vormonat und entsprachen damit etwa normalen Verhältnissen. Mäßig gute Fernempfangsbedingungen mit Feldstärkezunahmen von 10 db waren vom 4. bis 6., vom 10. bis 12. und vom 21. bis 22. 11. bei vorübergehender Stabilisierung der Wetterlage zu verzeichnen. Dagegen sanken die Feldstärken am 7. und 8. und vom 17. bis 20. 11. um etwa den gleichen Betrag unter den Mittelwert ab. Den zunehmend winterlichen Bedingungen entsprechend sind jetzt die UKW-Feldstärkeschwankungen beim Durchzug von Wetterfronten so gut ausgeprägt, daß sie auch weniger geübten UKW-Hörern auffallen. *Dr.La.*

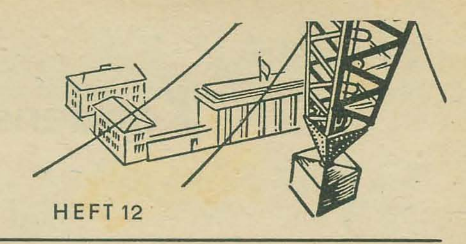
Verlag „Die Wirtschaft", Verlagsdirektor Gerhard Kegel

Chefredakteur: Rudolf Nehring, verantwortlicher Fachredakteur: Ing. Karl Kiehle, Berlin-Treptow, Puschkinallee 3, Fernruf: 67 87 41, Fernschreiber 1448. Veröffentlicht unter Lizenznummer 4102 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. — **Anzeigenannahme:** Verlag „Die Wirtschaft", Berlin W 8, Französische Straße 53—55, und alle Filialen der DEWAG-Werbung. Zur Zeit gültige Preisliste Nr. 1. — **Druck:** Tribüne-Verlag, Druckerei III, Leipzig III/18/36. — Auszüge und Übersetzungen nur mit Quellenangabe gestattet. — Die Zeitschrift „Radio und Fernsehen" erscheint monatlich, Einzelheft 2,— DM.

Zuschriften an Redaktion „Radio und Fernsehen", Berlin-Treptow, Puschkinallee 3.

RADIO UND FERNSEHEN

3. JAHRGANG DEZEMBER 1954 HEFT 12



Mehr Qualitätserzeugnisse auch in der Funkindustrie

Während der intensiven Vorbereitungen für die Volkswahlen faßte das Zentralkomitee der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands eine Entschließung über die wirtschaftlichen Aufgaben im Jahre 1955, dem letzten Jahr unseres ersten Fünfjahrplanes. Nach kurzer Erläuterung der bisher erreichten Erfolge werden darin die Hauptaufgaben für das Jahr 1955 zusammengefaßt, wird den Anstrengungen der Werktätigen unserer Deutschen Demokratischen Republik Ziel und Richtung gegeben.

Auch die Mitarbeiter der Funkindustrie waren maßgeblich daran beteiligt, daß bis zum Jahre 1953 die Industrieproduktion auf 160 Prozent im Vergleich zu 1950 stieg. So wurde eine Reihe von Mittelwellen-, UKW- und Fernsehsendern errichtet und in Betrieb genommen. Die Produktion der Rundfunkempfänger und vor allem ihre Qualität konnte gesteigert werden. Auch die Entwicklung der Fernsehempfänger machte beachtliche Fortschritte. Drahtlose Übertragungswege für Fernsehrundfunk- und Fernsprechdienste entstanden. Zahllose kommerzielle Funkgeräte helfen vor allem den Verkehrsunternehmen unserer Wirtschaft, und ein umfangreiches Sortiment an Meß- und Hilfsgeräten wurde entwickelt.

Diese Leistungen sind ein Teil des Gesamterfolges unserer Volkswirtschaft, der auch für die Werktätigen der Funkindustrie solche unmittelbaren Vorteile brachte, daß die Verkaufspreise bereits 1953 um die für 1955 vorgesehenen 28 Prozent gesenkt wurden und daß bis zum Ende des II. Quartals 1954 die durchschnittlichen Monatslöhne der Produktionsarbeiter in der volkseigenen Industrie um 40,3 Prozent gegenüber dem Durchschnitt des Jahres 1950 gestiegen waren.

Ist in der Funkindustrie aber schon ein Maximum an Qualität und Arbeitsproduktivität erreicht? Sind die Forderungen unserer Werktätigen nach besten Qualitätswaren und preiswerten Massenbedarfsgütern bereits erfüllt, und können wir auf allen Gebieten des Funkwesens mit Gütern höchster Qualität auf dem Weltmarkt aufwarten? Bei weitem noch nicht! Insbesondere auch für die Funkindustrie gilt jene Forderung der Entschließung des Zentralkomitees der SED: „Zur Steigerung unseres Außenhandels müssen wir den Weltruf der deutschen Qualitätsproduktion durch Neuentwicklungen und Erhöhung der Qualität der Erzeugnisse sichern."[1])

Diese und weitere Forderungen, wie zum Beispiel die vorgesehene Steigerung der Arbeitsproduktivität auf 106,7 Prozent, die Senkung der Selbstkosten um 3,6 Prozent und das Durchsetzen des Prinzips der strengsten Sparsamkeit — in der Funkindustrie geht es noch um die Einsparung von Millionen Mark, nicht von Pfennigen —, können sehr schnell verwirklicht werden, wenn sowohl die Anleitung als auch die Koordinierung und Kontrolle der volkseigenen Funkbetriebe verbessert werden. Wieviel Geld, schöpferische Initiative und auch Produktivkräfte können unserer Wirtschaft anderweitig zugeführt werden, wenn man in der Rundfunkempfängerindustrie eine durchgreifende Standardisierung und eine klare Ordnung der Entwicklungs- und Produktionsaufgaben schafft! Die in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1954) beigefügte Tabelle über die Rundfunkempfängerproduktion 1954/1955 zeigt doch klar, daß die große Überlegenheit der geplanten sozialistischen Produktion gegenüber dem kapitalistischen Wirtschaftschaos bei uns noch kaum ausgeschöpft wurde. Worauf sind zum Beispiel die Fehlschläge in der Produktion des Empfängers „Kolibri" oder bei der Entwicklung des Aufsatzbandgerätes „Toni" zurückzuführen? Wir müssen die verantwortlichen Mitarbeiter des Ministeriums für Maschinenbau fragen, ob sie an die Überwindung des katastrophalen Kadermangels in der HV-RFT mit dem Bewußtsein herangegangen sind, daß mit einigen qualifizierten Mitarbeitern mehr — Millionen Mark Volksvermögen zu sparen sind?!

Die gleiche Frage ist an das Zentralamt für Forschung und Technik zu stellen, vor allem im Hinblick darauf, daß gerade auf dem Gebiet der Empfängerproduktion bereits 1951 in dem damaligen Forschungsbeirat konkrete Beschlüsse zur Standardisierung weniger Empfängertypen gefaßt wurden.

Es muß auch erreicht werden, daß die Verwaltungs- und Staatsfunktionäre besser und enger mit der technischen Intelligenz zusammenarbeiten; denn „Kolibri" und „Toni" sind Beispiele schlechter Zusammenarbeit. Dabei ist den Angehörigen der technischen Intelligenz der Vorwurf zu machen, daß sie sich nicht zum Nutzen unserer Volkswirtschaft mit ihrem besseren Wissen kämpferisch durchsetzen. Sie müssen erkennen, daß jede unnötig ausgegebene Mark Volksvermögen, daß jeder Fehlschlag in der Produktion auch die Steigerung ihres Lebensstandards verzögert. Den Verwaltungs- und Staatsfunktionären muß aber gesagt werden, daß sich die Anerkennung und Achtung der technischen Intelligenz nicht nur in Worten ausdrücken darf, sondern vor allem darin, daß man ihr klare Aufgaben stellt, ihre Hinweise sorgfältig beachtet, ihrer auf wissenschaftlichen Erkenntnissen begründeten Erfahrung großes Gewicht beimißt und ihre Forschungsergebnisse zu einem maximalen volkswirtschaftlichen Nutzen auswertet.

Im Jahre 1955 muß unsere Zeitschrift RADIO UND FERNSEHEN hierbei stärker helfen, muß das werden, was sie bisher zu wenig war: kollektiver Organisator. Viel zu wenig wurde sie zur Tribüne der scharfen Kritik an bürokratischen Mängeln, viel zu wenig nutzten sie unsere Werktätigen, Handwerker, Techniker und Ingenieure als Sprachrohr für ihre Anregungen und Vorschläge. Alle unsere Leser rufen wir deshalb auf: Helft durch eure Beiträge mit, daß das Jahr 1955 zum erfolgreichsten Jahr unseres Fünfjahrplanes wird!

Kurt Zimmerer

[1]) ND v. 14. 9. 1954

Nachrichten

● Im Budapester Werk „Roter Stern" wurde kürzlich das Modell einer UKW-Fernsprechanlage — einer Dispatcheranlage für MTS und Staatsgüter — fertiggestellt. Diese Anlage ermöglicht es einem Dispatcher in der MTS, ständig mit den Traktoristen, die sich in einer Entfernung bis zu zwanzig Kilometern befinden können, in Verbindung zu bleiben. Die Serienproduktion dieser Anlage soll im kommenden Jahr aufgenommen werden.

● Am 23. Oktober d. J. wurde in Prag ein Protokoll über die Zusammenarbeit des Tschechoslowakischen Rundfunks und des Deutschen Demokratischen Rundfunks auf dem Gebiete des Fernsehens unterzeichnet. Das Protokoll sichert die sich ständig entfaltende Zusammenarbeit des tschechoslowakischen und des deutschen Fernsehens und wird sowohl hinsichtlich der Programmgestaltung als auch der technischen Entwicklung in diesen beiden Ländern von großer Bedeutung sein. Für den Tschechoslowakischen Rundfunk unterzeichnete Zentraldirektor Frantisek Necasek, für den Deutschen Demokratischen Rundfunk der erste Stellvertreter des Vorsitzenden des Staatlichen Rundfunkkomitees der Deutschen Demokratischen Republik, Wolfgang Kleinert. Der deutschen Delegation gehörten ferner der Chefingenieur des Deutschen Demokratischen Rundfunks, Gerhard Probst, und der Leiter des Fernsehzentrums Berlin, Hans Adamek, an.

● Zur Leipziger Frühjahrsmesse 1955 wird der VEB Kondensatorenwerk Gera erstmalig Styroflex-Miniaturkondensatoren auf den Markt bringen. Unter Beibehaltung aller technischen Daten betragen die Abmessungen für Kapazitätswerte von 50 bis 500 pF 4 bis 5 mm ∅ × 10 mm, für Kapazitätswerte von 500 bis 1000 pF 5 bis 6 mm ∅ × 10 mm, Nennspannung 125 V.

● Wie uns die Zentrale Bibliothek der Kammer der Technik mitteilt, ist die Anfertigung weiterer Fotokopien des im Heft 32 (1924) der ETZ veröffentlichten Artikels über Rechenschieber für komplexe Zahlen von Spielrein nicht mehr möglich. Auf diese Abhandlung wurde in dem Beitrag „Arbeitserleichterungen durch einen Rechenschieber für komplexe Zahlen" im Heft 7 (1954) S. 194 unserer Zeitschrift hingewiesen.

Mitteilung an unsere Leser

Neue Erscheinungsfolge der Zeitschrift RADIO UND FERNSEHEN

Entsprechend dem Wunsche vieler Leser wird die Zeitschrift RADIO UND FERNSEHEN ab 1. Januar 1955 zweimal im Monat erscheinen. Bei einem unveränderten Preis von 2,– DM je Heft (monatlicher Bezugspreis ab Januar 4,– DM) sichert die Herausgabe von zwei Heften im Monat unseren Lesern eine wesentlich schnellere Unterrichtung über alle aktuellen fachlichen Fragen. Außerdem ist es uns möglich, in weit stärkerem Maße als bisher auf die Anregungen und Wünsche der Leser einzugehen, die vor allem mehr Bauanleitungen, Empfängerbeschreibungen und Hinweise für die Praxis erwarten. Um die hieraus entstehenden neuen und größeren Aufgaben zu erfüllen, ist eine recht enge Zusammenarbeit mit unseren Lesern notwendig, die wir gleichzeitig bitten, aktiv an der Gestaltung unserer Zeitschrift mitzuwirken.

Kostenlose Lieferung des »RFT-Röhrentaschenbuches« Ausgabe 1954

Mit dem Anfang Januar erscheinenden Heft 1 wird allen Beziehern unserer Fachzeitschrift das 68 Seiten umfassende »RFT-Röhrentaschenbuch« durch den Postzusteller kostenlos geliefert. Es enthält die technischen Daten und Sockelschaltbilder aller in der Deutschen Demokratischen Republik hergestellten Röhren. Die Red.

Kondensatorenfertigung im VEB

Ein wichtiges Bauelement in Rundfunk- und Fernmeldegeräten ist der Kondensator. Eine ausreichende Güte bei der Herstellung von Kondensatoren ist also für unser gesamtes Fachgebiet von großer Bedeutung. Nachdem wir bereits in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 5 (1954) S. 132 ff. einen Bildbericht über die Fertigung von Schichtwiderständen im VEB Werk für Bauelemente „Carl von Ossietzky" veröffentlichten, wollen wir im folgenden von unserem Besuch im Kondensatorenwerk Gera HV-RFT berichten und einen Einblick in die Fertigung von MP-Kondensatoren, Styroflexkondensatoren und Elektrolytkondensatoren geben.

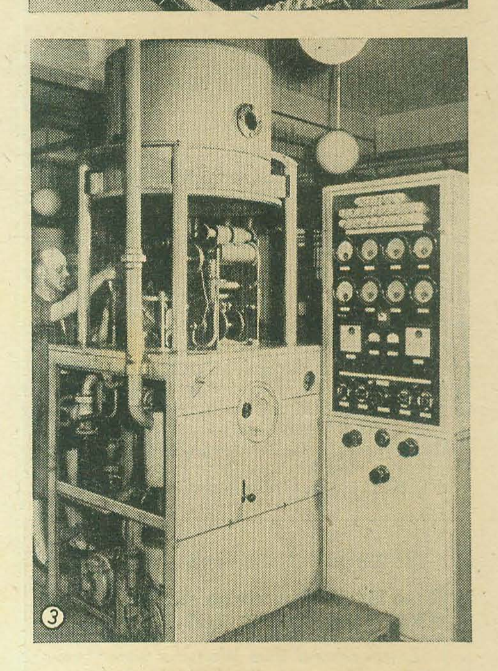
MP-Kondensatoren

Metallpapierkondensatoren, kurz MP-Kondensatoren genannt, sind hochwertige Bauelemente, die vom VEB Kondensatorenwerk Gera je nach Spannung (160 bis 750 V =) in den Kapazitätswerten von 0,1 μF bis 50 μF geliefert werden. Auf Grund seines feuchtigkeitsdichten Verschlusses und seiner Regenerierfähigkeit hat der MP-Kondensator eine außerordentlich hohe Lebensdauer bei gleichbleibender Qualität. Er erfüllt besonders hohe Anforderungen, eignet sich zum Beispiel zur Verwendung in den Tropen, in großen Höhen, bei großer Kälte, im Seeklima und bei starker Schüttelbeanspruchung. Seine selbstheilende Eigenschaft verleiht ihm nicht nur eine große Betriebssicherheit — es wurde festgestellt, daß die Kapazität eines MP-Kondensators nach 10 000 Formierungsdurchschlägen um weniger als 1% abnimmt, so daß ein MP-Kondensator auch stark überlastbar ist —, sondern gestattet auch, die Betriebsfeldstärke wesentlich zu erhöhen. Dadurch kann für den MP-Kondensator ein dünneres Dielektrikum als für normale Papierkondensatoren verwendet werden, wodurch er auch wesentlich kleiner und leichter als ein normaler Papierkondensator ist.

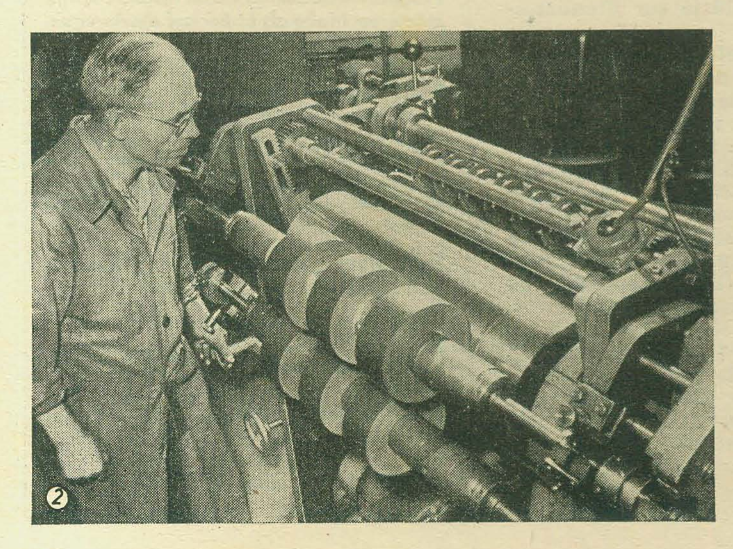
Der äußerst dünne Metallbelag des MP-Kondensators erfordert eine besonders gute Vorbereitung des elektrisch und mechanisch nach besonderen Gesichtspunkten ausgewählten 8 bis 15 μ starken Natronzellulosepapiers. Um die Luftfeuchtigkeit zu entfernen, wird es bei 50° C vorgetrocknet. Trotz größter Sorgfalt bei der Herstellung enthält das Natronzellulosepapier aber noch etwa 50 bis 200 Fehlstellen je Quadratmeter. Um diese abzudecken, erhält das Papier eine 1 bis 2 μ starke Azetylzelluloselackschicht, die gleichzeitig Löcher und Poren im Papier schließt, eine glatte, für die Kondensation des Metalldampfes geeignete Oberfläche entstehen läßt und das Eindringen der beim Bedampfen auftretenden Metallkristalle in das Papier verhindert.

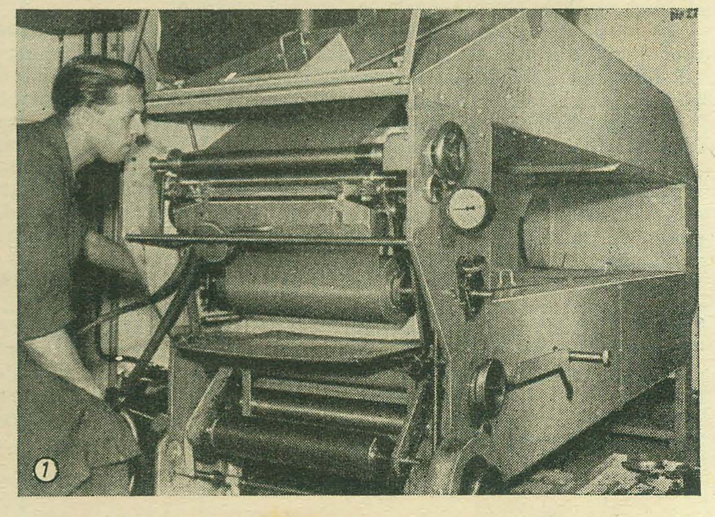
Das lackierte Papier wird dann mit Hilfe einer Papierschneidemaschine auf die für die Bedampfungsanlage erforderliche Arbeitsbreite zugeschnitten, wobei besonders auf einen glatten Schnitt der Stirnseiten zu achten ist, um ein späteres Verlaufen beim Bedampfen bzw. beim Wikkeln zu vermeiden.

Nach erneutem sorgfältigen Trocknen wird das lackierte und geschnittene Papier in die Ablaufvorrichtung der Bedampfungsanlage eingesetzt und bei einem Vakuum von etwa 0,01 Torr bedampft. Das Papier läuft dabei mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 m/s über ein mit Wasser gefülltes Kühlbett, unter dem sich der Zinnvorbekeimungs- und der Zinkbedampfungsofen befinden. An die aufgedampften Zinnmoleküle lagern sich in einer Stärke von 0,05 bis 0,1 μ die Zinkmoleküle an und ergeben so einen metallischen, außerordentlich feuchtigkeitsempfindlichen Belag, dessen Leitfähigkeit etwa 1,1 S beträgt. Charakteristisch für die Fertigung von MP-Kondensatoren



(1) Das Natronzellulosepapier wird auf dem Lackierstuhl mit einer 1 bis 2 μ starken Azetylzelluloselackschicht versehen und mit der Papierschneidemaschine auf die erforderliche Arbeitsbreite zugeschnitten (2). Einsetzen des Papiers in die Ablaufvorrichtung der Bedampfungsanlage (3). An einer Wickelmaschine werden die bedampften Papierbahnen zu einem Rundwickel gefertigt (4)





Kondensatorenwerk Gera

ist die Bedampfung des Seitenrandes des Metallpapiers, auf den später eine Zinnlegierung gespritzt wird, damit die Anschlußdrähte ohne Schwierigkeit angelötet werden können.

Die für einen Kondensator jeweils benötigten zwei Elektroden bestehen beim MP-Kondensator aus zwei bedampften Papierbahnen, die auf einem Dorn an einer Wickelmaschine zu einem Rundwickel gefertigt werden. Aus konstruktiven Gründen wird der Wickel nach seiner Herstellung flachgedrückt, damit eine bessere Einbaumöglichkeit und Raumausnutzung gegeben sind.

Nach dem Wickeln wird auf die an der Stirnseite überstehenden Belagränder des Wickels mit der gasgeheizten Spritzpistole eine etwa 1 mm starke Zinnschicht festhaftend aufgebracht, an die später die Anschlußdrähte angelötet werden. Dadurch erreicht man, daß der Wickel dämpfungsarm und hochfrequenzkontaktsicher ist.

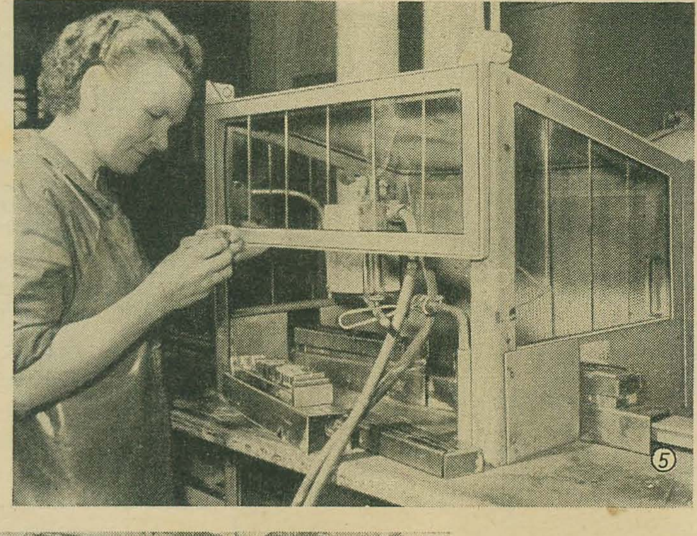
Die nächsten Arbeitsgänge sind das Trocknen und das Imprägnieren. Bei einem Vakuum von $5 \cdot 10^{-2}$ Torr werden die MP-Wickel von der während der Verarbeitung vom Papier wieder aufgenommenen Feuchtigkeit befreit und anschließend mit einem reinen und elektrisch hochwertigen Hartwachs bei einer Temperatur von etwa 120° C imprägniert. Erst dadurch erhält der Wickel seine mechanische Festigkeit, seine Kapazitätswerte und seine guten elektrischen Eigenschaften.

Nun werden in einem Formierautomaten durch mehrmaliges polwechselndes Anlegen einer Formierspannung mit großer Ladeenergie die noch vorhandenen Fehlstellen im Dielektrikum entfernt. Infolge des hohen Kurzschlußstromes an diesen Fehlstellen tritt eine derartig große Erwärmung ein, daß der Metallbelag rings um die Fehlstellen verdampft und diese somit gegen den wirksamen Kondensatorbelag isoliert, also unschädlich werden. Zwischenkontrollen, zum Beispiel das Messen des Isolationswiderstandes nach dem Formieren, dienen zur Erreichung höchster Qualität. Alle Wickel, deren Fehlstellen nicht restlos beseitigt sind, werden ausgeschieden.

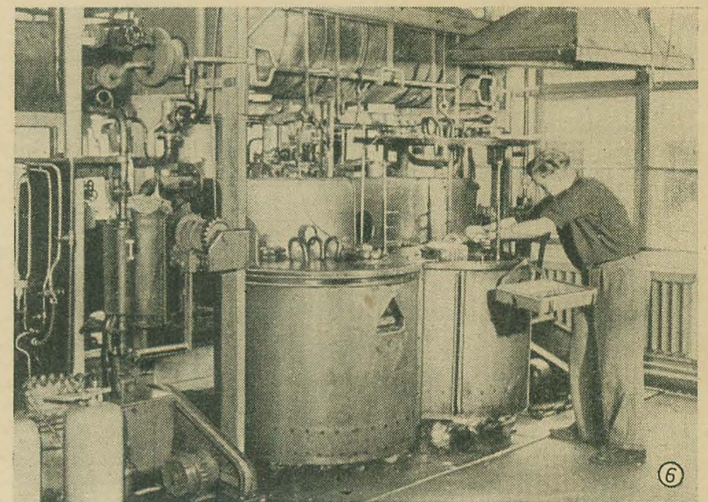
Infolge des dünnen Zinkbelages von nur 0,05 bis 0,1 μ Stärke ist der MP-Wickel außerordentlich feuchtigkeitsempfindlich. Die Fertigungsräume sind daher klimatisiert, und bei der Herstellung muß auf größte Sauberkeit geachtet werden. Bereits die Einwirkung von Handschweiß zerstört den dünnen Metallbelag. Um den Feuchtigkeitseinfluß restlos zu beseitigen, baut man die MP-Kondensatoren in feuchtigkeitsdichte Gehäuse ein.

Bei der dann folgenden Dichtigkeitsprüfung werden die fertigen Kondensatoren auf eine Temperatur von 10° C oberhalb der höchsten Betriebstemperatur erwärmt und unter einer Quarzlampe im ultravioletten Licht auf Undichtigkeiten des Gehäuses, die durch eine Fluoreszenzerscheinung der zum Imprägnieren verwendeten Vaseline kenntlich werden, geprüft. Danach erfolgt das Lackieren der Gehäuse.

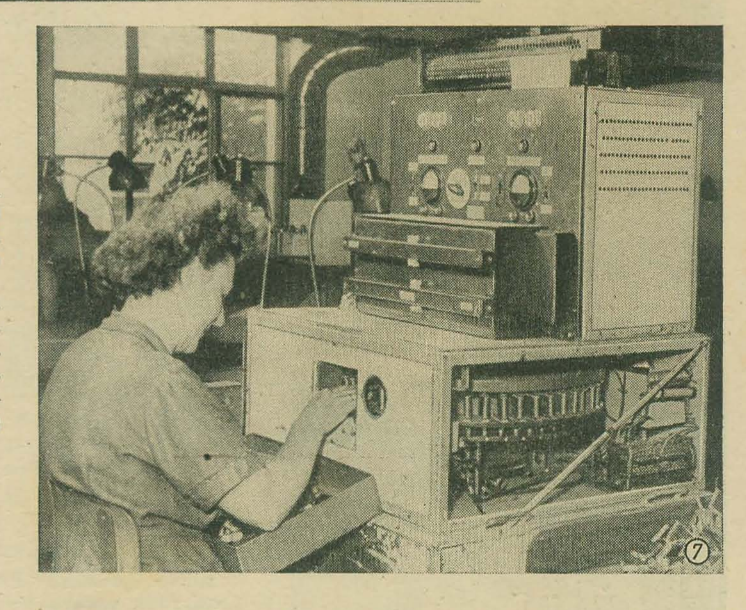
Die elektrische Schlußprüfung erstreckt sich auf die Spannungsprüfung Belag gegen Belag und Gehäuse, die Messung des Isolationswiderstandes, der Kapazität und des Verlustfaktors tg δ.



(5) Mit einer gasgeheizten Spritzpistole wird auf die an den Stirnseiten überstehenden Belagränder des Wickels eine etwa 1 mm dicke Zinnschicht festhaftend aufgebracht, an die später die Anschlußdrähte angelötet werden



(6) Bei einem Vakuum von $5 \cdot 10^{-2}$ Torr werden die MP-Wickel von der während der Bearbeitung vom Papier wieder aufgenommenen Feuchtigkeit befreit und anschließend mit einem reinen und elektrisch hochwertigen Hartwachs bei einer Temperatur von etwa 120° C imprägniert



(7) Auf einer Drehscheibe werden die imprägnierten MP-Wickel automatisch mehrmals polwechselnd an eine Spannungsquelle hoher Ladeenergie gelegt. Dieser Formiervorgang ist zum Beseitigen noch vorhandener Fehlstellen im Dielektrikum notwendig

Styroflexkondensatoren

Styroflexkondensatoren haben auf Grund der physikalischen Eigenschaften der als Dielektrikum verwendeten, während der thermoplastischen Verformung gereckten Kunststoffolie außerordentlich gute elektrische Werte, die denen der Glimmerkondensatoren nahekommen, sie zum Teil sogar erreichen.

Sonderausführungen von Styroflexkondensatoren für hohe Betriebsspannungen sind auf Grund der großen Durchschlagsfestigkeit der Styroflexfolie mög-



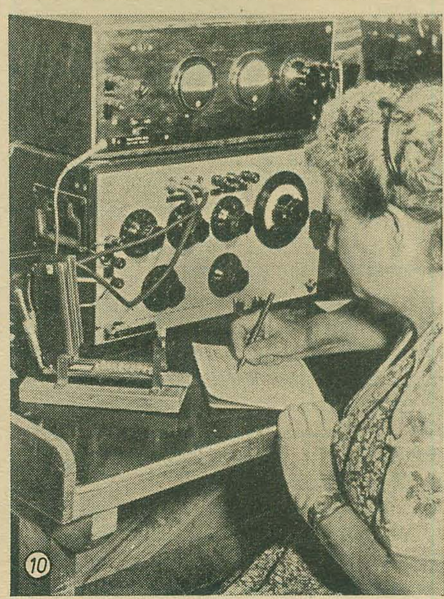
(8) Blick in die Wickelei. Staubfreie, saubere und helle Räume sind die Voraussetzung für eine Qualitätsfertigung von Papier- und Styroflexkondensatoren

(9) Alle Styroflexnacktwickel werden den DIN- und VDE-Vorschriften entsprechend mit einer dreifachen Prüfspannung auf Spannungsfestigkeit überprüft

(10) Serienmessung von Styroflexkondensatoren zur Überwachung der Fertigung

(11) Beim Wickeln von engtolerierten Styroflexkondensatoren wird mit einer an der Wickelmaschine angeschlossenen Kapazitätsmeßbrücke der Kapazitätssollwert geprüft





lich und werden für Spannungen bis 10 kV=, zum Beispiel für Fernsehgeräte, geliefert. Die listenmäßigen Styroflexnacktwickel stehen für Spannungsbereiche von 125 V bis 500 V bei Kapazitätswerten von 50 pF bis 0,5 μF zur Verfügung. Dichte Styroflexkondensatoren sind in den Spannungsbereichen 63 V und 250 V für Kapazitätswerte von 100 pF bis 2 μF lieferbar. Eine Sonderform stellen veränderbare Dreidekadenmeßkondensatoren dar, die mit einer Kapazitätstoleranz ± 0,5% von 1 nF bis 1,1 μF für Eich- und Meßzwecke hergestellt werden.

Da die als Dielektrikum dienende 10 bis 40 μ starke Styroflex-Kunststoffolie trotz strengster Fabrikationsbedingungen nicht absolut fehlerfrei hergestellt werden kann, ist es in den meisten Fällen erforderlich, sie mindestens zwei- oder mehrfach geschichtet zu verwenden, um die vorhandenen Fehlstellen mit größter Sicherheit abzudecken und so spätere Spannungsdurchschläge zu vermeiden.

An Handwickelmaschinen werden die Styroflexbahnen als Dielektrikum zusammen mit 6 μ starken Aluminiumfolien als Kondensatorbelegungen auf einen kleinen Dorn gewickelt und anschließend durch einige Leerwindungen mit einer Styroflexfolie verschlossen. Während des Wickelns kontrolliert die Arbeiterin an einer an der Wickelmaschine angeschlossenen Kapazitätsmeßbrücke den Kapazitätswert. Dadurch können Schwankungen in der Folienstärke, die sich auf den Kapazitätswert ungünstig auswirken, rechtzeitig erkannt und durch Ändern der Folienlänge berücksichtigt werden.

Bei einer Wärmebehandlung, dem sogenannten Tempern, die man je nach dem Typ — z. B. bei der genau einzuhaltenden Temperatur von 90° während acht Stunden — vornimmt, entreckt sich die Styroflexfolie wieder und gibt dem Wickel durch ihre Schrumpfung seine mechanische Festigkeit und seinen feuchtigkeitssicheren Verschluß. Als äußeres Kennzeichen des getemperten Wickels sind die durchsichtigen, belagfreien Ränder des Wickels, die im Durchmesser etwas kleiner sind, zu erkennen.

Derart hergestellte Styroflexkondensatoren haben gute elektrische Werte, so ist die Zeitkonstante (Isolationswiderstand mal Kapazität) größer als 5000 Sekunden und der Verlustfaktor tg $\delta < 3 \cdot 10^{-4}$ (bei 800 Hz). Die zeitliche Konstanz der Kapazität ist $3 \cdot 10^{-3}$, der Temperaturkoeffizient etwa $-150 \cdot 10^{-6}$ pro ° C.

Neuerdings werden in Rundfunkschaltungen auch Kondensatoren an Stellen eingesetzt, wo besonders kleine Betriebsspannungen, zum Beispiel < 1 mV, auftreten. In solchen Fällen müssen Styroflexkondensatoren verwendet werden, bei denen ein Spezialschweißverfahren den üblichen Druckkontakt zwischen Aluminiumbelag und Anschlußstreifen durch eine geschweißte hochfrequenzkontaktsichere Verbindung ersetzt. Dieser Schweißvorgang stellt besondere Anforderungen an die Fertigungstechnik, da hier eine kleiner als 6 μ starke Aluminiumfolie mit dem etwa 150 μ starken Anschlußdraht verschweißt wird. Zur äußerlichen Kennzeichnung der hochfrequenzkontaktsicheren Styroflexnacktwickel wird im Gegensatz zur normalen Ausführung mit einem schwarz bedruckten Einlegeschild eine rot bedruckte Einlegeschrift verwendet.

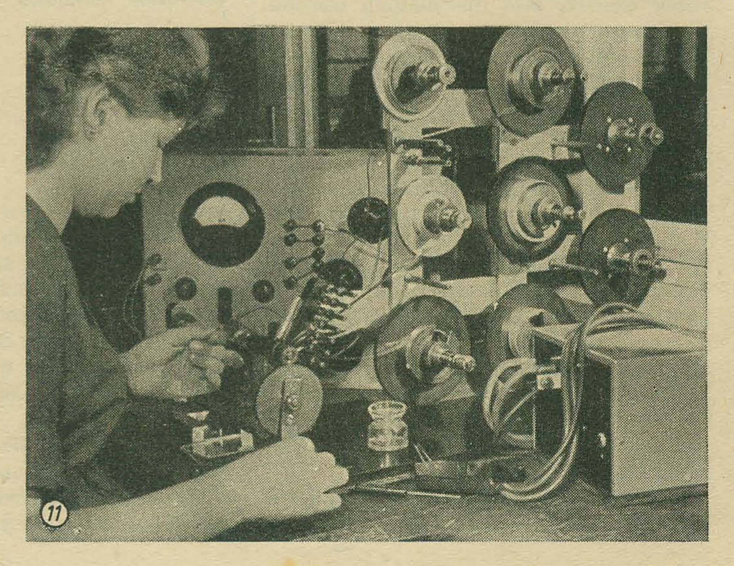
Elektrolytkondensatoren

Elektrolytkondensatoren lassen sich überall dort vorteilhaft verwenden, wo es darauf ankommt, eine möglichst große Kapazität auf kleinsten Raum unterzubringen.

Als Dielektrikum werden beim Elektrolytkondensator nicht die bei den anderen Kondensatorenarten üblichen Isoliermaterialien verwendet, sondern eine etwa 0,1 μ starke auf die Anodenfolie aufgebrachte Aluminiumoxydschicht. Infolge der Ventilwirkung dieser Aluminiumoxydschicht

(12) Im Formierbad werden mehrere aufgerauhte und gereinigte Aluminiumfolien gleichzeitig mit der spannungsfesten Oxydschicht versehen. Man erkennt auf dem Bild die verschiedenen Tanks, in denen die einzelnen Arbeitsgänge erfolgen

(13) Die Anodenfolie, zwei Bahnen Edelzellstoffpapier, die Katodenfolie und nochmals zwei Bahnen Edelzellstoffpapier werden zum Wickeldorn geführt und dort zum Elkowickel verarbeitet



können Elkos nur bei Beachtung der richtigen Polarität wirksam sein, das heißt, die Anodenfolie mit der aufgebrachten Oxydschicht muß an den positiven Pol der Spannungsquelle angeschlossen werden. Während die Anodenfolie also die eine Belegung des Elkos darstellt, wird die andere Belegung durch den elektrisch leitfähigen Elektrolyten gebildet. Die Katode, eine weitere Aluminiumfolie, dient zur Stromzuführung.

Man unterscheidet Naß- und Trockenelektrolytkondensatoren. Und zwar ist bei den Naßelektrolytkondensatoren der Elektrolyt als Flüssigkeit im Kondensator enthalten. Beim Trockenelektrolytkondensator, den wir im folgenden behandeln wollen, wird als Abstandhalter zwischen den beiden Aluminiumfolien, Anode und Katode, ein Elektrolytträger aus saugfähigem Edelzellstoffpapier höchster Reinheit verwendet. Bekanntlich ist die Kapazität eines Kondensators von der Dielektrizitätskonstanten, der Größe der Beläge und deren Abstand abhängig. Der Elektrolytkondensator ermöglicht nun, durch die hohe Dielektrizitätskonstante ($\varepsilon = 8$), die sehr dünne dielektrische Schicht ($< 0{,}1\ \mu$) und durch das Aufrauhen der wirksamen Oberfläche bis auf die achtfache Größe, eine maximale Kapazität auf kleinsten Raum unterzubringen.

Das Aufrauhen der Oberfläche erfolgt durch elektrochemische oder chemische Vorgänge, bei denen die Oberfläche der Aluminiumfolie durch das Einwirken einer starken Säure an ihren Korngrenzen angeätzt wird. Außerordentlich schwierig ist es dabei, den richtigen Aufrauhgrad, das heißt die richtige Ätztiefe, einzustellen.

Im VEB Kondensatorenwerk Gera wendet man vorwiegend das chemische Ätzverfahren an, und zwar wird die Aluminiumfolie bei einer Temperatur von etwa 40° C ungefähr 30 Minuten lang in einer salzsäurehaltigen Lösung aufgerauht. Um die verbleibenden Chloride zu beseitigen, wird die Folie anschließend osmotisch gereinigt.

Dann folgt der wichtigste Arbeitsgang, das Aufbringen des Dielektrikums, also der Aluminiumoxydschicht, im Formierwanderbad. Die als Anode geschaltete Folie durchläuft einen mit Schwefelsäure gefüllten Stromzuführungstank, und erhält in einem Schwefelsäuretank bei einer Spannung von 20 V und einem Strom von 400 A eine Vorschicht. Die anhaftenden Säurereste müssen anschließend durch Reinigung in destilliertem Wasser beseitigt werden. Hierauf erfolgt das Aufbringen der spannungsfesten Oxydschicht in mehreren Stufen mit Hilfe eines Borsäureelektrolyten. Die dabei verwendeten Spannungen und Ströme sind etwa 220 V, 80 A; 620 V, 140 A; 700 V, 160 A.

Nachdem man die Folie in destilliertem Wasser gereinigt hat, wird sie getrocknet und aufgespult. Da in dem Formierbad mit Verbrauchsbreiten gearbeitet wird, können bis zu sechs Folien gleichzeitig durch das Bad geleitet werden, dessen Leistungsaufnahme etwa 300 kW beträgt.

Anschließend erfolgt die Fertigung des eigentlichen Wickels. Das Wickeln unterscheidet sich in keiner Weise von der Herstellung anderer Kondensatorenarten, nur ist hier auf Grund der elektrochemischen Vorgänge in diesem Kondensator die Sauberkeit während des Arbeitsganges von besonderer Bedeutung.

Auf einer Wickelmaschine werden die Anodenfolie, zwei oder mehr Bahnen reinstes Edelzellstoffpapier, das die Aufgabe hat, auf Grund seiner hohen Saugfähigkeit den Elektrolyten als Gegenbelag aufzunehmen, die Katodenfolie und nochmals zwei Bahnen Edelzellstoffpapier zu einem Elkowickel verarbeitet. Die Anschlüsse für die Anodenfolie führt man durch Anreißen einer für die gleichen Spannungen formierten glatten Folie bzw. durch Anfalten bei der Katodenfolie heraus. Die verwendete Aluminiumfolie muß für die Anode eine Reinheit von > 99,8% und für die Katode eine Reinheit > 99,6% besitzen, da sonst die Lebensdauer des Kondensators und sein Reststrom durch auftretende Korrosionen stark beeinträchtigt werden.

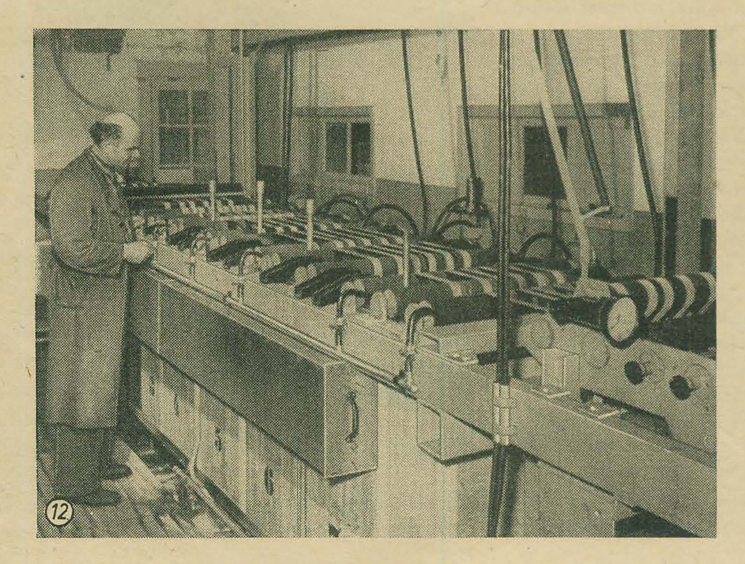
Bei etwa 100° C erfolgt dann das Imprägnieren der so vorbereiteten Elkowickel in einem Borsäureammoniakesterelektrolyten. Eine vorherige Vakuumbehandlung dient zum besseren Eindringen des Elektrolyten. Nach dem Imprägnieren müssen diese Wickel sofort eingebaut werden, da Ester durch Feuchtigkeitsaufnahme aus der Luft in seine Ausgangskomponenten zerfällt. Die vorher zur besseren Kontaktgabe mit Glykol gesäuberten Anschlußstreifen werden nun mit einem automatischen Niethammer an die Durchführungen aus Reinstaluminium angenietet. Um eine hermetische Abdichtung zu erreichen, muß man die Aluminiumbecher, die ebenfalls aus reinstem Aluminium bestehen, nach dem Aufsetzen des Deckels unter Verwendung eines Profilgummiringes bördeln.

Da sich beim Wickeln und beim Einbauen Beschädigungen der Oxydschicht nicht vermeiden lassen, werden die Kondensatoren nach dem Bördeln ausgeheilt, d. h. an eine Spannung gelegt. Die Spannung wird bis zur Spitzenspannung gesteigert. Diesen Prozeß bezeichnet man als Nachformieren. Hierbei werden in großen Nachformierungsgestellen etwa 500 Kondensatoren gleichzeitig durch Formieren von den beim Wickeln entstandenen Fehlstellen der Oxydschicht befreit.

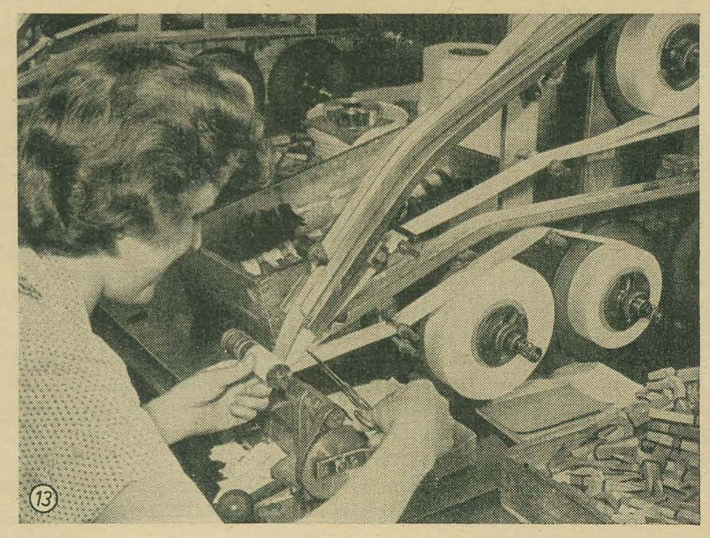
Bei diesem Formiervorgang sowie in Betrieb kann durch elektrochemische Vorgänge im Kondensator Überdruck entstehen, weshalb bei Elektrolytkondensatoren im allgemeinen am Gehäuse ein Sicherheitsüberdruckventil vorgesehen wird. Sinkt der Strom nach dem Erreichen der Spitzenspannung innerhalb von drei Stunden unter den Wert von 0,15 μA je V und μF, so ist der Kondensator ausformiert und betriebsbereit.

Nach einer Reinigung wird jeder einzelne Elko vollautomatisch auf seine elektrischen Werte, wie Kapazitätstoleranz, Reststrom, Verlustfaktor, und auf mechanische Fehler geprüft.

Elektrolytkondensatoren sind auf Grund ihres kleinen Gewichtes und ihrer geringen Abmessungen bevorzugte Bauelemente für die gesamte Nachrichtentechnik. Durch Verwendung besonders reiner Aufbaumaterialien lassen sich Kondensatoren für Betriebstemperaturbereiche bis zu — 40° C und + 70° C fertigen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei niedriger Temperatur ein Kapazitätsabfall eintritt, der auf die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit des Elektrolyten zurückzuführen ist. Ebenso muß man beachten, daß mit einer überlagerten Wechselspannung betriebene Elektrolytkondensatoren nicht unerheblich erwärmt und bei hohen Temperaturen zerstört werden. Es ist deshalb darauf zu achten, daß die im Normblatt DIN 41332 angege-



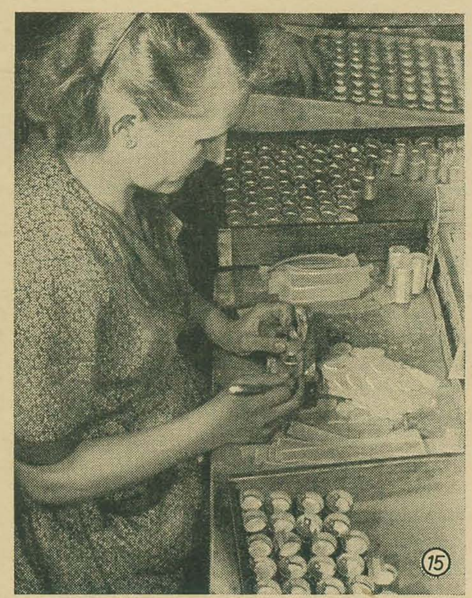
⑫



⑬



(14) Mit einem automatischen Niethammer werden die Anschlußstreifen an die Durchführungen aus Reinstaluminium angenietet



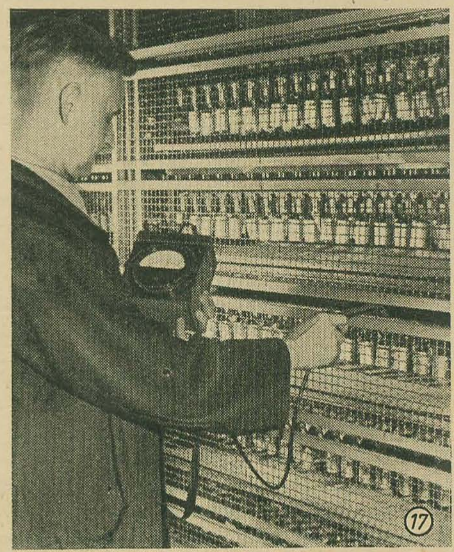
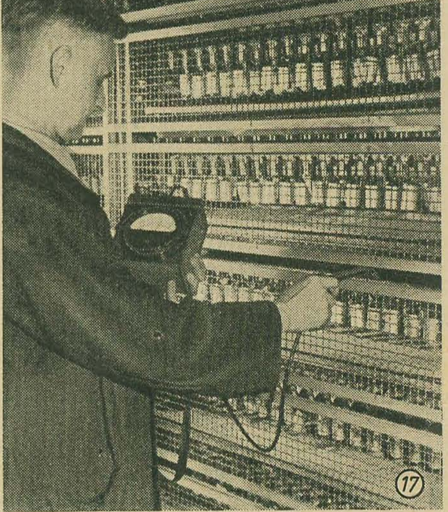
(15) Durch den dichten Einbau des Elkowickels in ein Aluminiumgehäuse wird die Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit vermieden



(16) Zur hermetischen Abdichtung werden die Aluminiumbecher nach dem Aufsetzen des Deckels unter Verwendung eines Profilgummiringes gebördelt

benen Grenzwerte nicht überschritten werden. Aus dem gleichen DIN-Blatt geht auch hervor, daß Elektrolytkondensatoren nach mehr als dreimonatiger spannungsloser Lagerung neu zu formieren sind, um abgebaute Oxydschichten wieder auf die ursprüngliche Stärke zu vergrößern. Dies gilt auch für Elkos in Rundfunkgeräten, die längere Zeit spannungslos, zum Beispiel in Verkaufsräumen, stehen. Bei solchen Rundfunkgeräten ist so zu verfahren, daß zwischen die Gleichrichterröhre und die Anodenspannungsleitung ein Regelwiderstand geschaltet wird. Mit Hilfe des Regelwiderstandes ist die Anodenspannung am Kondensator dann langsam unter Berücksichtigung des im DIN-Blatt zugelassenen Reststromes während einer Zeitdauer von einer halben Stunde zu steigern.

Die Nennspannung des Elkos ist die höchste Betriebsspannung, die ständig an ihm liegen darf. Dieselbe darf eine Minute lang bis zur Spitzenspannung überschritten werden. Ein längeres Betreiben des Kondensators bei der zulässigen Spitzenspannung ist auf Grund der dabei auftretenden Erwärmung lebensdauervermindernd oder führt zur Zerstörung des Kondensators. *Blodszun*

(17) Nachformiergestell für etwa 500 Elektrolytkondensatoren

Silikone und ihre Verwendung

Silikone sind Kunststoffe, die aus einer Silikatverbindung und einem Kohlenwasserstoffrest zusammengesetzt sind. Ausgangsstoffe für die Herstellung sind Sand, Salz und Kohle oder Erdöl. Sie besitzen eine hohe Wärme- und Kältebeständigkeit (etwa —80° bis +200° C), gute chemische Beständigkeit, sind schaumverhütend und wasserabweisend. Sie schließen die Lücke zwischen den bisherigen wenig wärmebeständigen Trolitulen und den keramischen Isolierstoffen. Es werden flüssige Silikone, Silikonöle und -fette, Silikonharze und -lacke und Silikonkautschuke hergestellt.

Flüssige Silikone werden als Bremsflüssigkeit in Kraftwagen verwendet. Silikonöle sind ausgezeichnete Dämpfungsflüssigkeiten für Schwingungen, wie sie bei Zeigern von Meßinstrumenten auftreten. Infolge ihrer gleichbleibenden Dämpfungseigenschaften eignen sich Silikonöle auch als Pufferflüssigkeit in Kristalltonabnehmern. Mit Silikonschmieröl behandelte Autoantennen lassen sich bei jedem Wetter leicht ausziehen. Von den fettähnlichen Silikonprodukten ist das Hochvakuumfett für die Röhrenfertigung von Bedeutung. Es verschließt und verschmiert wirksam alle Absperrhähne und Schliffverbindungen in den Vakuumpumpanlagen. Die physikalischen Eigenschaften bleiben über einen großen Temperaturbereich unverändert.

Silikonharze sind Einbrennlacke, Tränklacke und Bindemittel. Sie werden in der Elektrotechnik dort eingesetzt, wo mit hohen Luftfeuchtigkeiten und außergewöhnlich hohen Erwärmungen zu rechnen ist. Selbst bei Kondenswasserbildung oder Betauung entstehen keine Kriechwege. Silikonharze sind trocken, fest, neigen nicht zu Schimmelansatz und werden von Harzen und Salzlösungen nicht angegriffen. Für den Transformatorenbau stehen keine anderen gleichwertigen Materialien zur Verfügung. Infolge der guten Wärmeleitfähigkeit wird die in den Wicklungen entstehende Wärme nicht mehr gestaut, sondern rasch nach außen abgeleitet. Das bedeutet, daß man entweder die Leistung der Transformatoren steigern oder die Abmessungen verringern kann.

Silikonkautschuke behalten ihre physikalisch-chemischen und dielektrischen Eigenschaften weit oberhalb und unterhalb der für organische Gummiarten gültigen Temperaturgrenzen. Da sie wetter- und alterungsbeständig sind, eignen sie sich hervorragend als Drahtisolierung für flexible Kabel und dürften sich auch sehr gut für Gummiandruckrollen der Tonbandgeräte und Schallplattenlaufwerke verwenden lassen. *-Bau-*



(18) Vollautomatische Endprüfung der Elektrolytkondensatoren

Dipl.-Physiker A. HERRMANN

Frequenzmessungen höchster Genauigkeit

In den letzten Jahrzehnten hat die Meßtechnik im weitesten Sinne einen bedeutsamen Aufstieg erzielt. Besonders stürmisch war die Entwicklung bei der Frequenzmessung, wobei die absolute Genauigkeit dieser Messungen im Laufe von rund 30 Jahren von etwa 10^{-2} auf 10^{-8}, also um das Millionenfache gesteigert werden konnte. Dieser beachtliche Fortschritt war bedingt durch die immer höher werdenden Forderungen der Technik und der Forschung. Es sei hier nur auf die Anforderungen hingewiesen, die das Fernsehen und der Rundfunk, insbesondere der Gleichwellenfunk, die Trägerfrequenztelefonie, die geologische Lagerstättenkunde und der astronomische Zeitdienst stellen.

Im folgenden werden die jetzt angewendeten Methoden behandelt, die Frequenzmessungen mit höchster Genauigkeit ermöglichen. Man verwendet dazu die Frequenzvervielfachung, die Frequenzteilung oder beide gemeinsam.

Die Schilderung der verschiedenen Verfahren erfolgt im wesentlichen an Hand der Frequenzmeßanlagen der Firma Dr. Rohde & Schwarz, der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht.

Mit der vom DAMG jetzt selbst geschaffenen Meßanlage können alle Frequenzen zwischen 1 kHz bis zunächst 300 MHz mit einer absoluten Genauigkeit von $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ gemessen werden. Infolge der Frequenzkonstanz der DAMG-Quarzuhren wurden Relativmessungen sogar bis zu einigen 10^{-10} durchgeführt. Wenn auch dadurch der Anschluß an den Weltstand wieder erreicht wurde, so gehen die Bemühungen um die Ausdehnung des Meßbereiches bis in das cm-Wellengebiet und um eine weitere Verbesserung der Quarzuhr als Frequenznormal weiter.

Der Verfasser dankt allen seinen Mitarbeitern, insbesondere den Herren Klein, Große und Wolf, für den Aufbau der Frequenzmeßanlage sowie Fräulein Tümmler und Herrn Knappe für die Durchführung der zahlreichen Messungen.

Zur Durchführung von Frequenzmessungen höchster Genauigkeit sind zwei Einrichtungen notwendig: ein Frequenznormal überlegener, ja höchster Konstanz, wie es durch eine hochgezüchtete Quarzuhr verkörpert wird, deren Schwingungszahl aus technischen Gründen im mittelfrequenten Gebiet liegt, sowie eine Meßanordnung, die mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens in eindeutiger und möglichst einfacher Weise den Vergleich der zu messenden ton- bis höchstfrequenten Schwingungen mit dem mittelfrequenten Normal ermöglicht.

Der quarzgesteuerte mittelfrequente Sender als Frequenznormal wurde seit Anfang der 30er Jahre zunächst in den physikalisch-technischen Staatsinstituten einiger Länder zu höchster Vollkommenheit entwickelt. So waren zum Beispiel die Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) in Berlin, deren Nachfolger in der Deutschen Demokratischen Republik das Deutsche Amt für Maß und Gewicht (DAMG) wurde, in ihrem Verlauf so konstant, daß sich ihre Frequenzen nach einigen Jahren nur um wenige 10^{-8} verändert hatten. Die beste Quarzuhr hatte sich nach $3^1/_2$ Jahren sogar nur um $1{,}5 \cdot 10^{-8}$ von ihrer eingelaufenen Frequenz entfernt. Bei der Aussendung der Normalfrequenzen von 1000 Hz und 440 Hz durch eine andere Quarzuhr der PTR war der Sollwert dieser Frequenzen vom September 1939 bis Ende März 1945 bis auf wenige Ausnahmen stets auf $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ absolut richtig. Diese Konstanz über viele Jahre im Dauerbetrieb ist bisher von keiner heutigen Uhr, erst recht nicht von der vielgenannten Atomuhr, übertroffen worden.

Nach dem Verlust sämtlicher Quarzuhren wurde die bereits seit längerer Zeit fertiggestellte erste Nachkriegsquarzuhr des DAMG im Juli 1953 in automatisch temperierten und gelüfteten Kellerräumen aufgestellt und in Betrieb genommen. Obwohl die Uhr sich noch im Einlauf befindet, der erst nach etwa einem Jahr beendet ist, beträgt der mittlere tägliche Frequenzanstieg im Mai 1954 nur noch wenige 10^{-10}. Die zweite Quarzuhr wurde im Oktober 1953 ebenfalls im neuen Keller in Betrieb genommen und zeigt einen ebenso befriedigenden Verlauf. Die Bilder 1 und 2 zeigen Ausschnitte aus den Kellerräumen mit den beiden Schalttafeln bzw. einer Quarzuhr.

Entsprechend der Hauptaufgabe des Amtes, nämlich die Sicherung der Richtigkeit und Einheitlichkeit der Maße und Meßgeräte in der Deutschen Demokratischen Republik, mußte nach dem Aufstellen der Quarzuhren als Frequenz- und Zeitnormal auch eine Frequenzmeßanlage geschaffen werden mit dem Ziel, die hohe Frequenzkonstanz der Quarzuhr für Frequenzmeßzwecke entsprechend auszuwerten.

Für den Anschluß an die von der Quarzuhr gelieferten Normalfrequenzen stehen zwei verschiedene Verfahren zur Verfügung. Das eine benutzt, von einer Normalfrequenz ausgehend, Vervielfachungs- und Mischanordnungen. Das mit Hilfe dieser Anordnungen erzeugte Oberwellenspektrum ist derart dicht, daß die hergestellten Normalfrequenzen 1 % oder sogar nur 1 ‰ vom jeweiligen Bereich auseinanderliegen. Durch ein geeignetes Differenzfrequenzmeßgerät wird dann der Frequenzunterschied zwischen der unbekannten Welle und der ihr benachbarten Harmonischen des Normalfrequenzspektrums festgestellt. Infolge des außerordentlich weiten Meßbereiches von Tonfrequenzen an bis zu Frequenzen von 1000 MHz und mehr kann die zu bestimmende Differenzfrequenz zwischen Bruchteilen von Hertz und 500 kHz liegen. Man erkennt hierbei schon, daß durch die er-

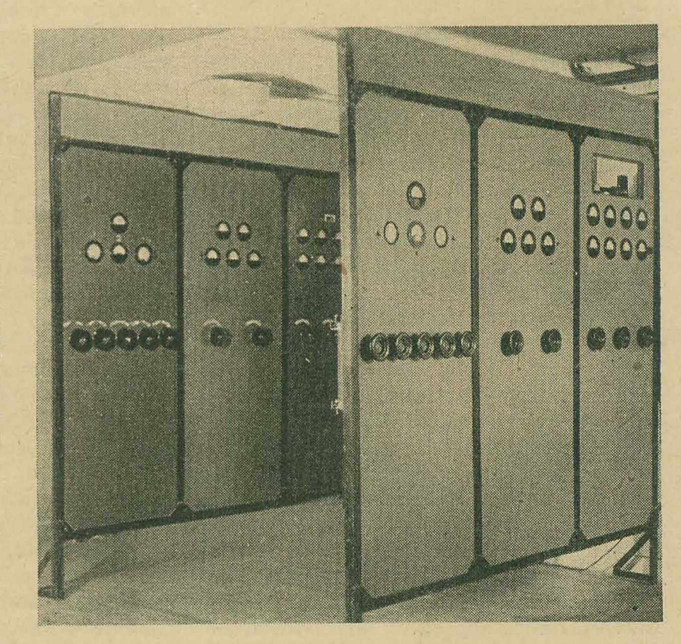
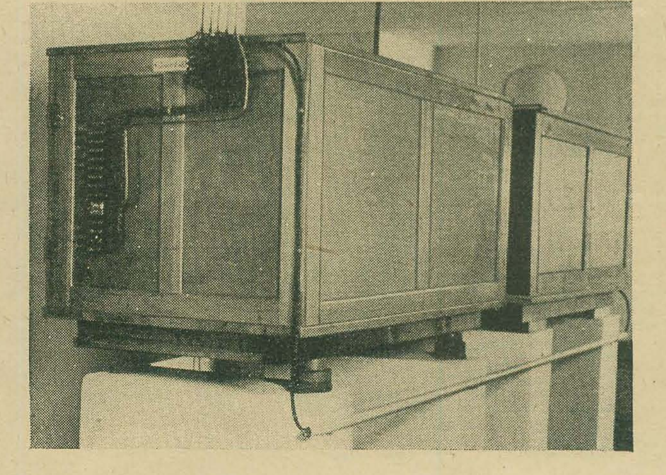


Bild 2: Die Schalttafeln ↑ für zwei Quarzuhren des DAMG



← Bild 1: Eine Quarzuhrenanlage des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht mit Steuersender und Verstärker im Thermostatkasten sowie den Untersetzungsstufen (Rückansicht)

forderliche Messung gerade der großen, ja sehr großen Differenzfrequenzen der erreichbaren Höhe der Genauigkeit dieses Verfahrens Grenzen gesetzt sind.

Das zweite Verfahren zur Präzisionsfrequenzmessung ist das der Frequenzteilung in mehreren aufeinanderfolgenden, vorwiegend dekadisch unterteilten Stufen. Diese Methode wird im DAMG angewendet. Hierbei steuert die zu messende Frequenz durch Mitnahme die einzelnen Untersetzungsstufen, deren jeweils erforderliche Anzahl von der Höhe dieser Frequenz abhängt. Durch besondere Maßnahmen kann zwischen der letzten Frequenzteilerstufe, die auf 1 kHz abgestimmt ist, und der Normalfrequenz eine Differenzfrequenz von kleiner als 5 Hz erreicht werden, wie hoch auch die zu messende Frequenz sein mag. Derart kleine Schwebungsfrequenzen und damit die Prüffrequenz selbst lassen sich leicht und schnell mit der höchstmöglichen Genauigkeit messen.

Obwohl das DAMG bei der im folgenden beschriebenen Frequenzmeßanlage die Frequenzteilung anwendet, soll zunächst die andere Methode erläutert werden. Dies erfolgt einmal zur Orientierung der Leser, denen dieses Sondergebiet etwas fernliegt, dann aber besonders deshalb, weil nur eine gründliche Kenntnis und ein gewissenhaftes Abwägen aller bisherigen Verfahren und der damit praktisch erzielten Ergebnisse volle Klarheit über ihre Vor- und Nachteile schaffen und den Weg zur Weiterentwicklung weisen kann.

Frequenzmessung mit Hilfe der Frequenzvervielfachung

1. Frequenzvervielfachung

Das gebräuchliche Verfahren, Frequenzen zu vervielfachen, besteht in einer möglichst starken Verzerrung der sinusförmigen Grundfrequenz und einer darauffolgenden Aussiebung der benötigten Oberwelle. Wird zum Beispiel das Gitter einer Röhre mit rein sinusförmigem Wechselstrom übersteuert oder der Arbeitspunkt in den gekrümmten Teil der Kennlinie verlegt, entsteht ein stark verzerrter Anodenstrom, der reich an Oberwellen ist, die ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind. Durch geeignete Röhrenschaltungen gelingt es, eine gewisse Anzahl von Harmonischen mit annähernd gleicher Amplitude zu erzeugen; diese nimmt allerdings bei den darauffolgenden Oberwellen rasch an Höhe ab. Ein so gebildetes Frequenzspektrum, also die Summe aller Oberschwingungen einer Grundfrequenz, überdeckt deshalb praktisch nur einen begrenzten Bereich; seine untere Grenze ist durch die Grundfrequenz selbst, seine obere durch die höchste noch mit einer für den Verwendungszweck genügend großen Amplitude vorhandenen Oberwelle festgelegt. Die praktisch erreichbare Zahl von Harmonischen hängt außer von der Art der Schaltung in erster Hinsicht von der Länge der Grundwelle ab. Die jetzt technisch erzeugbare Zahl der Oberwellen kann bei Ton- und Mittelfrequenzen mehrere Hundert, oberhalb 1 MHz um 70 und bei einer Grundwellenlänge von 50 cm etwa 6 betragen.

Die Erzeugung eines Frequenzspektrums, das den gesamten praktisch verwendeten Frequenzbereich umfaßt, gelingt daher nicht unmittelbar durch Verzerrung einer einzigen Grundschwingung, sondern erst durch gleichzeitige Verwendung der Harmonischen mehrerer Grundfrequenzen. Zur Begründung der Notwendigkeit dieser Aufteilung in mehrere Frequenzbereiche sei noch folgendes gesagt:

Wenn zum Zwecke einer Frequenzmessung im Frequenzbereich von zum Beispiel 10^6 bis 10^9 Hz alle Harmonischen von 1 MHz als diskrete Meßpunkte dieses Oberwellenspektrums vorhanden sein sollen, dann muß doch alle 10^{-6} Sekunden ein Impuls mit einer kürzeren Dauer als 10^{-9} Sekunden hergestellt werden. Selbst wenn es nach Überwindung der jetzigen technischen Schwierigkeiten eines Tages möglich sein sollte, auf diese Weise ein Spektrum zu erzeugen, so entstünden infolge des geringen, bis zu nur 1‰ betragenden Abstandes der einzelnen Frequenzen Schwierigkeiten beim Bestimmen der Ordnungszahl und beim Aussieben der jeweils benötigten Oberwelle. Der im Hinblick auf den Endbereich von 1000 MHz geringe Abstand der Normalwellen von 1 MHz zu 1 MHz ist aber notwendig, damit bei Frequenzmessungen mit Vervielfachung in dem genannten Gebiet der Fehler nicht größer als $5 \cdot 10^{-5}$ wird. Die Aufteilung in mehrere Bereiche ist auch erforderlich, da die Verhältnisse bei tiefen und hohen Frequenzen so verschieden sind, daß nicht die gleichen Einrichtungen verwendet werden können.

Wie man die hier nur kurz angedeuteten Schwierigkeiten der Präzisionsfrequenzmessung durch Vervielfachung überwinden kann, sei an Hand der Anlage der Firma Rohde & Schwarz gezeigt (Bild 3). Durch den Steuersender der Quarzuhr dieser Firma und eine Teilung seiner Frequenz stehen zunächst 100 kHz und 1 kHz als Grundfrequenzen zur Verfügung, aus denen durch Vervielfachung noch die Normalfrequenzen 10 kHz und 1 MHz erzeugt werden. Außerdem sind durch den 1-Sekunden-Kontakt der Quarzuhr 1 Hz und durch einen angekuppelten Synchronmotor noch 50 Hz vorhanden. Aus diesen wenigen Grundfrequenzen kann man durch Vervielfachen und Mischen ein dichtes Frequenzspektrum bis 1000 MHz, ja bis 1500 MHz erhalten. Da, wie bereits erwähnt wurde, mit jeder Grundfrequenz jeweils nur eine begrenzte Zahl von Harmonischen

herstellbar ist, muß der große Frequenzbereich in mehrere Bereiche aufgeteilt werden. So wird der Bereich von 10 kHz bis 10 MHz von einem Gerät bestrichen, mit dem sich bis 1 MHz ein Spektrum mit einem kleinsten Frequenzabstand von 1 kHz bzw. bis 10 MHz mit 10 kHz herstellen läßt. Für die höheren Frequenzen von 10 MHz bis 100 MHz ist ein weiteres Gerät notwendig, wobei der kleinste Frequenzabstand 100 kHz beträgt. Für noch höhere Frequenzen müssen zunächst mit Hilfe von Vervielfachern die Frequenzen 10 und 100 MHz aus 1 MHz mit genügender Spannung erzeugt werden, um damit einen Verzerrer für 100 bis 1000 MHz auszusteuern. Im ganzen Bereich ist die Einteilung so gewählt, daß an jeder Stelle des Spektrums im ungünstigsten Fall die Normalfrequenzen 1% auseinanderliegen, im günstigsten 1‰.

Durch Vervielfachung, Mischung und Modulation der vier Normalfrequenzen von 1, 10, 100 und 1000 kHz läßt sich jede gewünschte Frequenz, die ein ganzzahliges Vielfaches dieser Normalfrequenz ist, erzeugen. Ein Aussieben der jeweils erforderlichen Frequenz aus dem Spektrum ist verhältnismäßig einfach, sofern nur geschickt genug gemischt wird. Dies sei an Hand einiger Beispiele gezeigt. Um 630 kHz herzustellen, wird von der 100-kHz-Vervielfacherstufe ausgegangen und die herausgesiebte 6. Oberschwingung mit der 3. Harmonischen von 10 kHz moduliert. Man erhält dadurch die drei Frequenzen 570, 600 und 630 kHz. Ein Aussieben der gewünschten 630 kHz bereitet infolge des Frequenzabstandes von 5% keine Schwierigkeiten. Eine Frequenz von 193 kHz ergibt sich aus der 2. Oberschwingung von 100 kHz durch Aufmodulieren von $7 \cdot 1$ kHz. Es entstehen 193, 200 und 207 kHz, wovon die Frequenz von 193 kHz wieder leicht zu trennen ist. Es kann auch dreimal moduliert werden. Um 1114 kHz zu erzeugen, wird zunächst $14 \cdot 1 = 14$ kHz mit 100 kHz gemischt. Von den dadurch entstehenden Frequenzen 86, 100 und 114 kHz wird leicht 114 kHz herausgesiebt. Diese moduliert

Bild 3: Erzeugung von Frequenzspektren aus vier Normalfrequenzen in der Frequenzmeßgroßanlage von Rohde & Schwarz

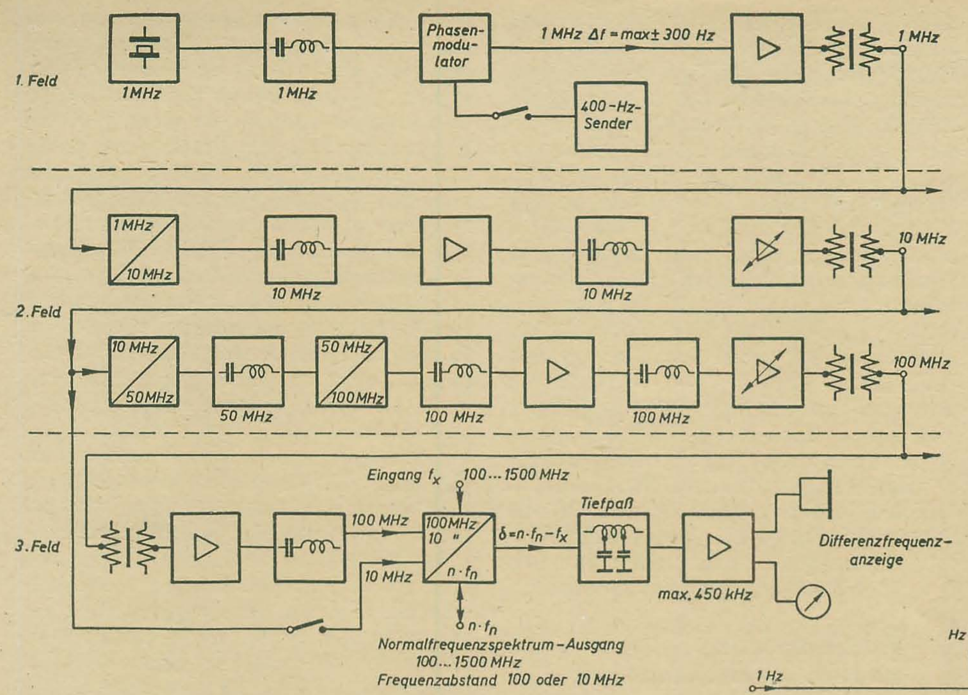


Bild 4: Blockschaltung des Gerätes zur Frequenzmessung zwischen 100 und 1500 MHz von Rohde & Schwarz

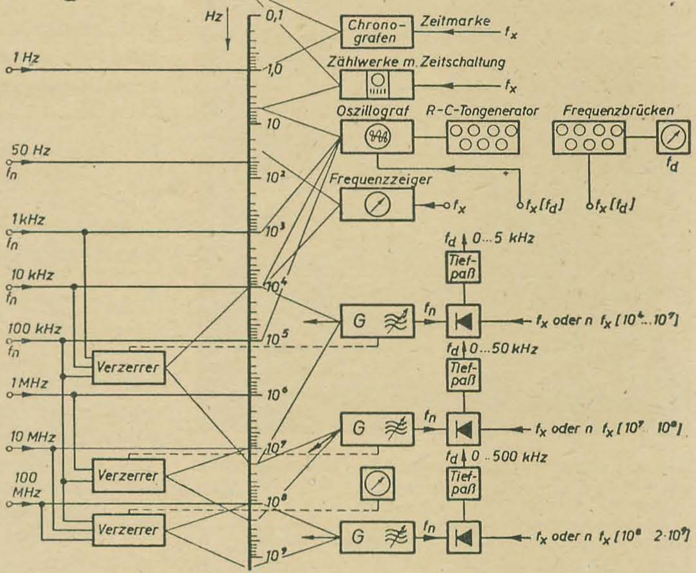


Bild 5: Eindeutige Erzeugung und Messung beliebiger Frequenzen mit auf Normalfrequenzvielfache synchronisierten Hilfssendern nach Rohde & Schwarz

man auf 1 MHz und erhält dann 886, 1000 und 1114 kHz, wovon 1114 kHz ohne Schwierigkeiten abzutrennen ist, da die nächste Frequenz über 10% entfernt liegt. Diese „Umwege" sind für eine einigermaßen technisch einfache und dadurch preiswerte Lösung des Problems notwendig. Dagegen ist die Herstellung der 1114. Oberwelle unmittelbar aus 1 kHz jetzt technisch nahezu genau so unlösbar und erst recht nicht preislich zu vertreten, wie die Trennung der Frequenz von 1114 kHz von den in diesem Fall dann weniger als 1‰ entfernt liegenden benachbarten Harmonischen von 1113 und 1115 kHz.

Außer dem hier angedeuteten Verfahren bestehen noch andere Möglichkeiten zur Erzeugung von Frequenzspektren, so zum Beispiel durch synchronisierte Kippgeräte mit Gasröhren oder Elektronenröhren oder durch magnetische Verzerrer. Diese Anordnungen lassen sich jedoch nicht so allgemein anwenden, da der Frequenzbereich der Oberschwingungen nach oben durch die erreichbaren kürzesten Umkippzeiten auf etwa 10^6 Hz beschränkt ist.

2. Frequenzmessung

An Hand der Bilder 4 und 5 sei die Frequenzmessung nach dem Vervielfachungsverfahren erläutert. Bild 4 zeigt die Blockschaltung des Gerätes von Rohde & Schwarz für Frequenzmessungen zwischen 100 MHz und 1500 MHz. Die Ausgangsfrequenz von 1 MHz ist entweder eine Normalfrequenz der Quarzuhrenanlage oder sie wird, wie hier dargestellt, in einem besonderen quarzgesteuerten 1-MHz-Sender erzeugt und in einem Vervielfacher zunächst auf 10 MHz, dann nach Siebung und Verstärkung auf 50 MHz und schließlich bis auf 100 MHz vervielfacht. Diese Frequenz wird auf einen Verzerrer gegeben und kann je nach Erfordernis mit 1 und 10 MHz oder deren Oberwellen moduliert werden. In einem Modulator erfolgt die Überlagerung dieses Spektrums mit der zu messenden Frequenz f_x. Es entstehen dann die Summen- und Differenzfrequenzen zwischen f_x und jeder Komponente des Spektrums $\Sigma n \cdot f_n$. Aus dieser verwirrenden Vielzahl der so entstehenden Frequenzen wird durch eine sehr geschickte Lösung des schwierigen Problems, nämlich durch einen Tiefpaß, die einzig richtige Frequenz herausgewählt. Durch den Tiefpaß, dessen Durchlaßbreite etwas enger als die Hälfte des kleinsten Normalfrequenzabstandes im jeweiligen Spektrum sein muß, wird die geringste unter den vielen Differenzfrequenzen herausgesiebt. Sie entspricht dem Differenzfrequenzabstand zwischen Prüffrequenz und der ihr nächsten Harmonischen. Alle anderen Differenzfrequenzen und erst recht alle Summenfrequenzen sind größer und liegen außerhalb des Durchlaßbereiches. Der Tiefpaß trennt also die einzelnen Oberschwingungen des Spektrums, was bei einer unmittelbaren Aussiebung jeder dieser Frequenzen mit Bandpässen, die bei jedem Meßpunkt umgeschaltet werden müßten, einen zu großen Aufwand an Filtern erfordern würde. Liegt jedoch die Meßfrequenz zufällig in der Mitte zwischen zwei Normalfrequenzen, so kann sie infolge der hier vorhandenen Verwirrungszone nur mit Hilfe einer Zusatzeinrichtung gemessen werden.

Infolge der Verwirrungszone und der bereits geschilderten und in den Bildern 3 und 5 dargestellten Aufteilung des Frequenzbereiches in verschiedene Gruppen, wobei die Normalfrequenzspektren einen Abstand von 10 kHz, 100 kHz bzw. 1 MHz aufweisen, haben die dazugehörigen Tiefpässe eine Durchlaßbreite von etwas kleiner als 5 kHz, 50 kHz bzw. 500 kHz.

In dem Schema Bild 5 sind zugleich die verschiedenen benutzten Differenzfrequenzmeßgeräte angedeutet. Es kommen hierfür Frequenzzeiger, Tongeneratoren, Frequenzbrücken, Zählwerke, Chronografen und Oszillografen in Frage, je nach der Höhe der Differenzfrequenz und der gewünschten Genauigkeit.

Die mit diesem Prinzip **erreichbare Genauigkeit** hängt vom Fehler der verwendeten Normalfrequenzen (hier kleiner als 10^{-7}), von der Höhe und Konstanz der zu messenden Frequenz, von den Eigenfehlern der Differenzfrequenzmeßgeräte und schließlich von der zur Verfügung stehenden Zeit ab. Im höchsten Meßbereich von 100 bis 1000 MHz wird zur Messung der Differenzfrequenz ein direkt zeigender Frequenzmesser, der nach dem Kondensatorladeprinzip arbeitet, benutzt. Er besitzt einen Eigenfehler von 1% vom Skalenendwert. Tritt beim Messen einer Frequenz von zum Beispiel 100 MHz infolge des erwähnten hier benutzten Normalfrequenzspektrums mit einem Abstand von 1 zu 1 MHz die höchstmögliche Differenzfrequenz von 400 kHz auf, so ist die zu messende Frequenz auf $\pm 4 \cdot 10^{-5}$ bestimmbar. Diese Fehlergrenze, die sich bei einer kleineren Differenzfrequenz entsprechend verbessert, ist in diesem Bereich für die meisten technischen Zwecke ausreichend. Bei tieferen Frequenzen kann mit der großen Frequenzmeßanlage eine höhere Genauigkeit erreicht werden. Mit Hilfe von zwei Oszillografen und eines Tongenerators, der eine geeichte Feineinstellung besitzt, können Frequenzen im heutigen weiten Rundfunkbereich auf 10^{-6} bis 10^{-7} gemessen werden. Das Meßergebnis erhält

man durch einfaches Aneinanderreihen der Angaben dreier Skalen ohne weitere Umrechnung. Unterscheiden sich mittelfrequente Quarzuhren in ihrer Frequenz nur um einige 10^{-6} oder noch weniger, kann die Differenzfrequenz mit einer noch geringeren als oben angeführten Fehlergrenze bestimmt werden, sofern es die Konstanz der beiden Frequenzen zuläßt. Man kann nämlich die 100-kHz-Grundfrequenzen der beiden Quarzuhren mittels der 1-, 10- und 100-MHz-Verzerrereinrichtung solange vervielfachen, bis die hierdurch erzeugten Oberwellen eine Differenzfrequenz ergeben, die mit dem Frequenzmesser direkt angezeigt und mit

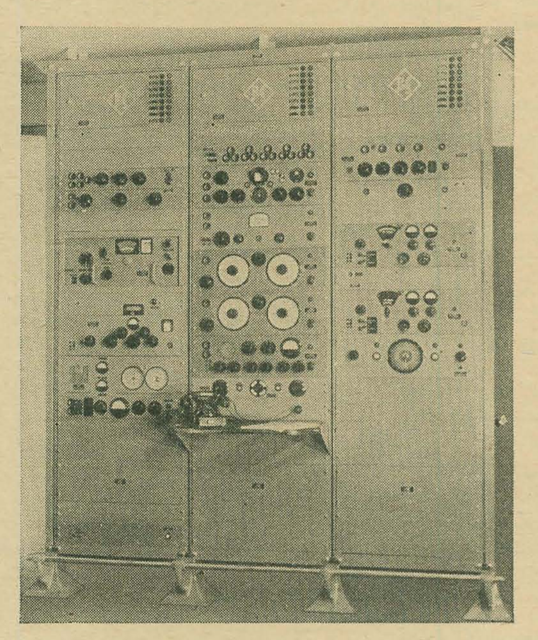


Bild 6: Frequenzmeßgroßanlage 10 Hz bis 300 MHz von Rohde & Schwarz (Werkfoto)

einem Tintenschreiber registriert werden kann. Die Differenzfrequenz und damit auch die Quarzuhrenfrequenz läßt sich so auf einige 10^{-8} bestimmen.

Im Laufe der Jahre haben Rohde & Schwarz auch ihre Frequenzmeßgroßanlage (Bild 6) immer weiter ausgebaut, um die von technischer und wissenschaftlicher Seite gestellten Genauigkeitsansprüche und Wünsche nach einfacher, übersichtlicher Bedienung zu befriedigen. Die Forderung der Technik nach einer kleineren, aber ebenfalls leistungsfähigen Meßanlage führte zu der Entwicklung einer Frequenzmeßanlage für direkte Frequenzmessungen von 30 Hz bis 30 MHz (mit Oberwellen bis 300 MHz), die aber jetzt nicht näher geschildert werden kann.

3. Überblick

Auf technische Einzelheiten dieser Frequenzmeßmethode kann hier nicht eingegangen werden. Es sei jedoch ausdrücklich erwähnt, daß die Herstellung von Frequenzspektren mit einer hohen Anzahl von Oberwellen, die möglichst gleich große Amplituden aufweisen sollen, nicht einfach ist; besonders die Herstellung von Harmonischen aus Frequenzen über 100 MHz ist auch bei Verwendung von Spezialröhren schwierig und ein Weiterleiten nur mit Spezialkabeln möglich, die mit dem Wellenwiderstand von zum Beispiel 70 Ω abgeschlossen sind. Ferner werden Breitbandverstärker bis für die höchsten Frequenzbereiche benötigt, was bei dem heutigen technischen Stand noch große Schwierigkeiten bereitet. Weiterhin müssen Störmodulationen der Eingangsspannung weitgehendst vermieden werden. Infolge der hohen Vervielfachung der Frequenzen können durch kleinste Störmodulationen selbst von nur einigen Hundertstel Prozent stark störende Seitenbänder entstehen. Deshalb ist eine sorgfältige Abschirmung der Vervielfacher und Verstärker und eine Siebung mit zahlreichen Kreisen und Quarzfiltern durchaus erforderlich. Die benötigten vielen Hoch-, Tief- und Bandpässe müssen meist sehr große Flankensteilheiten aufweisen. Es ist schließlich selbstverständlich, daß für die komplizierten Verzerrer- und Modulationsvorgänge eine genaue Kenntnis aller Mischvorgänge notwendig ist.

Frequenzmessung mit Hilfe der Frequenzteilung

1. Frequenzteilung

Für die Frequenzteilung werden im allgemeinen oberwellenreiche Sender verwendet, die in ihrer Grundschwingung oder in einer ihrer Harmonischen durch die zu teilende Frequenz mitgenommen werden. Man hat die Wahl zwischen Sendern mit Schwingkreisen, bei denen durch entsprechende Bemessung der Rückkopplung und der Kreisgüte ein ausreichender Oberwellengehalt erzielt wird — im folgenden kurz Röhrensender genannt — und Kippschaltungen, die meist von vornherein starke Oberwellen liefern und deshalb sehr gern und vielseitig in der Technik verwendet werden. Die Stabilität der gesteuerten Kippschwingungen ist jedoch nicht so groß wie die der Rückkopplungsgeneratoren, da ihre Frequenz vom Anstieg und der Genauigkeit der Kippvorrichtung abhängt; außerdem kann man auch bei Röhrensendern durch einfaches Verändern der Kapazität eines Drehkondensators gegebenenfalls in Verbindung mit Umschaltspulen sehr leicht alle möglichen Teilungsverhältnisse herstellen. Soll also auf dem Wege der Frequenzteilung über Wochen und Monate eine konstante Frequenz mit möglichst wenig Wartung erzeugt werden, sind die erzwungenen Röhrenschwingungen zu bevorzugen, da wir die Spannungen und Röhrenkonstanten in noch weiteren Grenzen verändern können, ohne daß der Gleichlauf gestört wird. Aus diesen Gründen wird hier auf die Verwendung der Kippschaltungen zur Frequenzteilung und zur Frequenzvervielfachung nicht eingegangen.

2. Mitnahme

Da die Frequenzteilung die unmittelbare Mitnahme und Steuerung eines Senders durch einen höherfrequenten und stärkeren Sender bedeutet, muß zum Verständnis der Frequenzteilung zunächst auf die Mitnahme hingewiesen werden. Allgemein bekannt ist die Pfeiferscheinung beim Überlagerungsempfang, wo durch eine anwachsende Frequenz f_x und eine feste Frequenz f_n Schwebungen entstehen, die einen immer tiefer werdenden Ton ergeben (Bild 7). In einer gewissen Entfernung von der Festfrequenz reißt die Schwebung plötzlich ab, setzt erst nach gleichgroßem Abstand von der Festfrequenz wieder ein und steigt dann stetig. Der Bereich A—B heißt Mitnahmebereich, weil in diesem Bereich die örtlich erzeugte Frequenz f_n durch die stärkere fremde Schwingung mitgenommen wird, so daß die Differenzfrequenz verschwindet. Die exakte Erklärung dieser Erscheinung ist nicht in zwei Sätzen gegeben und auch hier nicht erforderlich. Es sei aber erwähnt, daß die Mitnahme früher als eine nicht beabsichtigte Störerscheinung galt, die man vermeiden müsse, die aber sonst ohne praktische Bedeutung sei.

In den letzten 20 Jahren sind jedoch eine Reihe von Schaltungen entwickelt worden, in denen die Frequenz einer gesteuerten Schwingung der Frequenz einer steuernden Schwingung genau angeglichen wird, und die daher als Mitnahmeschaltungen bezeichnet werden können. Diese Schaltungen dienen den verschiedensten praktischen Zwecken. Es sei nur auf die älteste und heute noch wichtigste Nutzanwendung der Mitnahme, nämlich die Frequenzteilung, hingewiesen, ferner auf die Frequenzmessung nach dem Kompensationsverfahren von Kaden, das Teilverfahren für eine Mehrfach-Trägerfrequenzfernsprecheinrichtung, die Mitnahme bei den Nebensendern des Gleichwellenfunks und die Mitnahmeschaltung zur Drehgeschwindigkeitseinstellung. Um einen sicheren Betrieb dieser Verfahren zu erreichen, wird hierbei gerade ein großer Mitnahmebereich angestrebt.

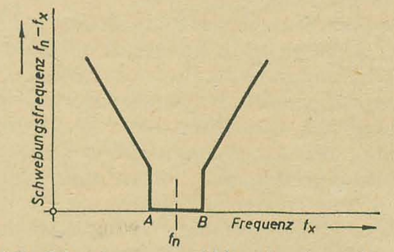


Bild 7: Schwebungs- und Mitnahmebereich eines schwingenden Rückkopplungsaudions

3. Aufbau einer Frequenzteilerstufe

Wir wenden uns nun wieder der Frequenzteilung als einer besonders wichtigen Nutzanwendung der Mitnahme zu.

Die Frequenzteilung besteht ja darin, daß aus einer Frequenz f_1 eine Frequenz $f_2 = f_1/n$ abgeleitet wird, wobei n eine ganze Zahl ist, so daß die Frequenzen f_1 und f_2 „synchron" sind. Für eine solche Frequenzteilung kann die Schaltung nach Bild 8 benutzt werden. Eine Frequenzteilerstufe, auch Untersetzungsstufe genannt, besteht im Prinzip aus einem induktiv rückgekoppelten Röhrensender, dessen Anodenkreis — aus einem Kondensator C_a und der Schwingkreisspule L_a bestehend — auf die durch Teilung zu erreichende Frequenz abgestimmt ist. Die steuernde Frequenz wird dem Gitterkreis induktiv oder kapazitiv zugeführt, in dem außer der Rückkopplungsspule L_g noch eine Kapa-

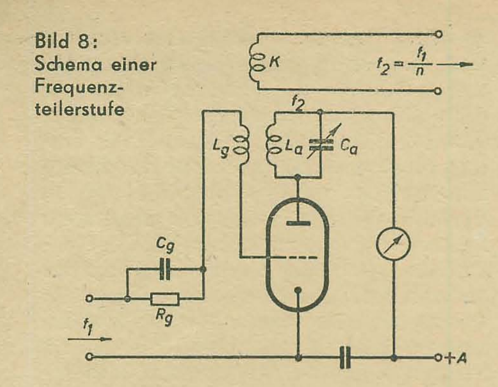


Bild 8: Schema einer Frequenzteilerstufe

zität C_g und parallel dazu ein Widerstand R_g liegen. Die Breite des Mitnahmebereiches ist von der Dimensionierung von C_g und R_g weitgehend abhängig. Die Teilerstufen zeichnen sich durch verlustarme Spulen hoher Selbstinduktion, durch stärkste Rückkopplung und automatische Gittervorspannung aus. Infolge der auftretenden starken Gitterströme bewährt sich auf die Dauer nur das Gitterschaltelement. Für die Breite des Mitnahmebereiches ist auch die richtige Wahl des Verhältnisses Steuerwechselspannung zu Gitterwechselspannung wichtig. Eine zu große Steuerwechselspannung oder zu kleine Rückkopplungsspannung verschiebt die Phase zwischen der Grundwelle des Anodenstromes und der Steuerspannung zu sehr, so daß die Frequenz des Röhrengenerators nicht mehr erhalten bleiben kann. Die Teilerstufen sind alle durch Mitnahme miteinander starr verbunden.

4. Frequenzmeßanlage der P T R

Das Verfahren, die Frequenzteilung bei Frequenzmessungen zu benutzen, wurde vor rund 20 Jahren in der PTR durch Scheibe und Adelsberger zu einer Präzisionsmethode entwickelt. Sie benutzten dabei die guten Erfahrungen, die sie mit den Frequenzteilerstufen ihrer Quarzuhren gesammelt hatten. Diese Frequenzmeßanlage bestand aus fünf aufeinanderfolgenden Stufen von 1, 10, 100, 500 und 2000 kHz. Die 2-MHz-Stufe war dabei so oberwellenreich, daß Messungen bis zu 60 MHz möglich waren. Um eine Differenzfrequenz zwischen der geteilten Prüffrequenz und der Normalfrequenz kleiner als 5 Hz zu erhalten, mußten außerdem vielfach die Seitenbandmodulation und ein Hochfrequenzvervielfachungsgerät benutzt werden. Die PTR-Anlage, die also das Verfahren der Frequenzteilung und der Frequenzvervielfachung gemeinsam verwendete, wurde später immer mehr nach der kurzwelligen Seite hin erweitert. Um 1944 gelang die Teilung von etwa 1000 MHz bis 1 kHz herab. Diese Frequenzmeßanlage blieb der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt erhalten, das DAMG dagegen mußte sich eine neue schaffen.

5. Frequenzmeßanlage des D A M G

Bei der Entwicklung der Frequenzmeßanlage des DAMG wurden zwar die früheren Erfahrungen angewendet, jedoch auch die letzten Erkenntnisse berücksichtigt und neue Wege beschritten. Waren zum Beispiel bei dem PTR-Gerät die einzelnen Untersetzungsstufen in der Frequenz nur ganz wenig ziehbar, so sind diese jetzt in ihrer Grundfrequenz um ± 40% veränderlich. Diese Frequenzvariation erübrigt die bei dem PTR-Gerät neben der Frequenzteilung zur Erreichung einer kleinen Differenzfrequenz oft noch erforderliche Frequenzvervielfachung und damit auch die Bedienung dieses Zusatzgerätes. Auf die übrigen Verbesserungen wird an den entsprechenden Stellen eingegangen.

Bild 9 zeigt das Schema der neuen Frequenzmeßanlage. Hier sind die dekadisch gestaffelten Untersetzungsstufen 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz und 10 MHz sowie die im Ausbau befindliche 50-MHz-Stufe schematisch angedeutet, die durch die zu messende Frequenz f_x durch Mitnahme gesteuert werden. Die meist bis auf 1 kHz herab geteilte Frequenz f_x wird mit einer passenden Normalfrequenz — vorwiegend 1 kHz — von den Quarzuhren I oder II gemischt und die entstehende Differenzfrequenz einem geeigneten Frequenzmeßgerät zugeführt. In den meisten Fällen wird zur Messung der Differenzfrequenz der Katodenstrahloszillograf in Verbindung mit einer Stoppuhr benutzt, die eine Einteilung für $^1/_{100}$ Sekunden besitzt. Um allen Genauigkeitsansprüchen gerecht zu werden, sind noch ein Impulszählgerät, das automatisch mit der Stoppuhr gekoppelt ist, und ein Drehspulschnellschreiber (Bild 10) vorgesehen. Bei diesem auch Rekorder genannten Gerät werden die Sekundenmarken der Quarzuhr zugleich mit den Schwebungen auf einen Papierstreifen geschrieben. Durch verschieden große Ritzel der an sich mit gleicher Umdrehungszahl laufenden zwei Synchronmotore ist die Streifengeschwindigkeit entweder 100 mm/s oder 300 mm/s.

Der Oberteil der Frequenzmeßanlage ist im Bild 11 dargestellt. Die Einschübe mit einer Frontplattengröße von 520 × 202 mm sind in drei, etwas winklig zueinander stehenden Gestellen auf einer Schreibplatte angeordnet. Hierbei sind, jeweils von oben nach unten angegeben, im linken Gestell die Abhörvorrichtung sowie die 50-MHz-, die 10-MHz-, die 1-MHz-Stufe und ein für späteren Ausbau noch benötigtes Feld untergebracht; das Mittelgestell enthält einen Grobwellenmesser, die 100-kHz-, 10-kHz- und 1-kHz-Stufe, ferner die Frequenzwahlschalter nebst Verstärker und Vorrichtungen zur Erzeugung verschiedener Lissajousformen. Im rechten Teil schließlich sind das Differenzfrequenzmeßgerät für Dauermessungen, der Verformungsverstärker, das Zeitmeß- und Impulszählfeld sowie zwei Oszillografen angeordnet. In dem Unterteil der Anlage ist die Netzversorgung mit enthalten.

Die Kontrolle der Mitnahme der einzelnen Frequenzteilerstufen erfolgt einmal akustisch durch den Lautsprecher der Abhörvorrichtung und außerdem optisch durch die Lissajousfiguren der beiden Oszillografen, wobei der eine zugleich für Schwebungsmessungen benutzt wird. Mit Hilfe der Frequenzwahlschalter können die gewünschte Normalfrequenz und die jeweilige Frequenz der einzelnen Untersetzungsstufen den Platten des Oszillografen oder anderen Differenzfrequenzmeßgeräten zugeführt werden. Bei Differenzfrequenzen mit Bruchteilen von einem Hertz ist der Beginn und das Ende derart langsamer Schwebungen meist schwer festzustellen. Mit Hilfe des Verformungsverstärkers werden durch Kondensatorentladungen die langgezogenen Sinusschwingungen in kurze Impulse mit großer Flankensteilheit umgewandelt. Durch die damit eindeutig festgelegten Einsätze der Schwebungen wird die Meßgenauigkeit gesteigert. Die Richtungsbestimmung der Differenzfrequenz und die Aufgaben des Grobwellenmessers werden später behandelt.

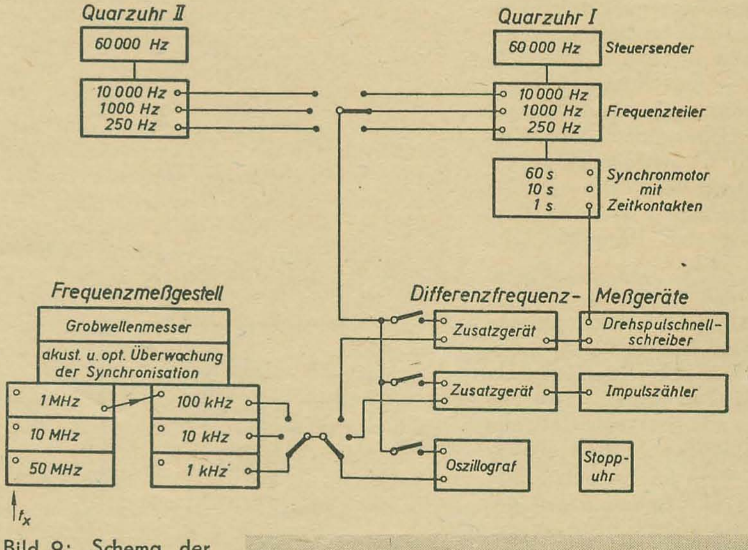


Bild 9: Schema der Frequenzmeßanlage des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht

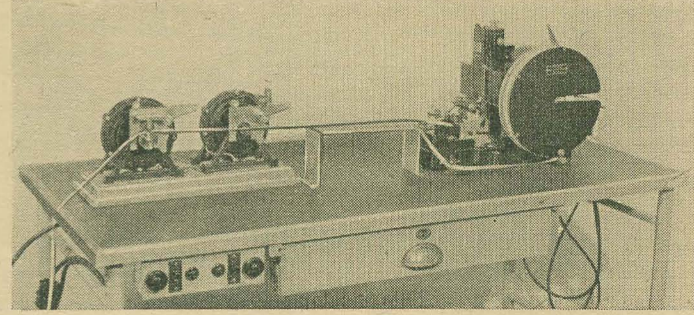


Bild 10: Drehspulschnellschreiber mit Streifenzugsynchronmotoren im Deutchen Amt für Maß und Gewicht →

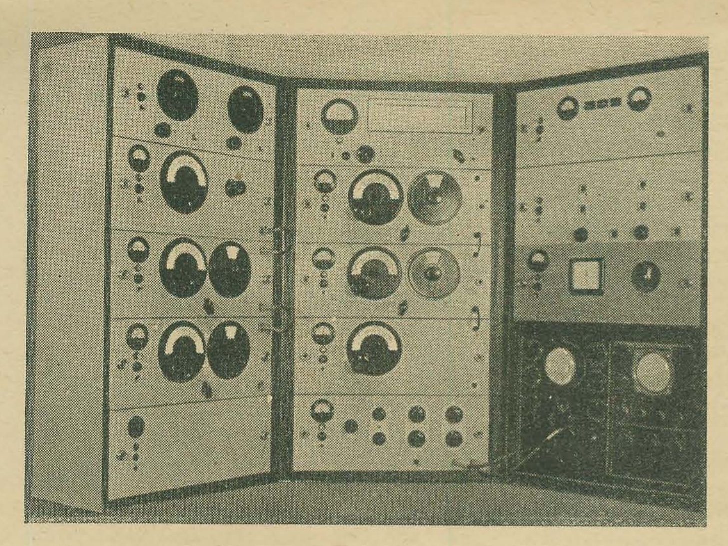


Bild 11: Oberteil der Frequenzmeßanlage des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht

6. Begründung der großen Frequenzvariation der Untersetzungsstufen

Im Hinblick auf Einfachheit und Schnelligkeit des Verfahrens, vor allem aber, um eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, soll die Differenzfrequenz zwischen der bis auf 1000 Hz geteilten Fremdfrequenz und der 1000-Hz-Normalfrequenz kleiner als 5 Hz sein ($df_{1\,kHz} \leqq 5$ Hz); das bedeutet, der Unterschied zwischen der Fremdfrequenz und der Normalwelle darf nicht größer als 5‰ sein.

Frequenzen, die ganzzahlige Vielfache von 1, 10, 100, 1000 kHz usw. sind, haben wir in der Praxis sehr selten zu messen; auch weichen die zu messenden Frequenzen fast immer mehr als nur 5‰ von den Normalwellen ab. So hat zum Beispiel ein Sender von 312 kHz gegen die 3. Oberwelle der 100-kHz-Stufe, also gegen 300 kHz, eine Frequenzabweichung von 4%; folglich ist die Differenzfrequenz in der 1-kHz-Stufe gleich 40 Hz. Wird diese Differenzfrequenz mit einem direkt zeigenden Frequenzmesser oder Schwebungssummer gemessen, die — von speziellen Entwicklungen abgesehen — eine Genauigkeit von etwa 1% aufweisen, so ist die in diesem Falle erreichbare Genauigkeit der Frequenz nur $4 \cdot 10^{-4}$. Mittels Rekorder könnte sie allerdings leicht um eine bis zwei Dezimalen gesteigert werden. Wäre aber eine Teilung der Frequenz von 312 kHz in $3\frac{1}{8}\left(=\frac{25}{8}\right) \cdot 10 \cdot 10$ möglich, was bedeutet, daß die 25. Harmonische der 100-kHz-Kopfstufe von der 8. Oberwelle der steuernden 312 kHz (2496 kHz → 2500 kHz) mitgenommen werden müßte, so könnte die jetzt entstehende kleine Differenzfrequenz in der 1-kHz-Stufe von $df_{1\,kHz} = -1,6$ Hz leicht und schnell bis Quarzuhrengenauigkeit gemessen werden, wie später noch ausgeführt wird.

Während jedoch die Untersetzungsstufen auf großen Oberwellengehalt konstruiert sind, weisen die zu messenden Frequenzen nicht immer genügend höhere Harmonische mit ausreichender Amplitude auf. So sind von allen Teilverhältnissen naturgemäß die ganzzahligen, dann die halben und drittel Stufen am leichtesten zu verwirklichen. Es kann hier nur angedeutet werden, daß sich die Güte einer nicht ganzzahligen Frequenzteilung mit dem rationalen Teilverhältnis $\frac{m}{n}$ umgekehrt wie das Produkt m · n verhält. Die Teilung $\frac{25}{8}$ ergibt eine kleine und daher unsichere Mitnahme und ist praktisch kaum anwendbar.

Wird jedoch die Frequenz 312 kHz auf 1248 kHz vervielfacht, so läßt sich jetzt ohne weiteres die Teilung in den Stufen $12\frac{1}{2}\left(\text{bzw.}\ \frac{25}{2}\right) \cdot 10 \cdot 10$ ausführen; eine gute und leicht kontrollierbare Mitnahme ist sichergestellt ($df_{1\,kHz} = -1,6$ Hz).

Als zweites Beispiel sei die Frequenz 1433 kHz genannt. Die Frequenz 1433 kHz gibt gegen 1400 bzw. 1450 kHz (Untersetzungsfaktor $14 \cdot 10 \cdot 10$ bzw. $14\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10$) eine große Differenzfrequenz ($df_{1\,kHz} = +23,8$ Hz bzw. $-11,7$ Hz). Diese „großen" Differenzfrequenzen ergeben wieder eine zu geringe Meßgenauigkeit. Eine Teilung der Frequenz in $14\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 10$ würde zwar ein $df \ll 1$ Hz ergeben, ist aber infolge des hohen Teilungsfaktors von $\frac{43}{3}$ schlecht realisierbar. Bei Vervielfachung mit 3 ergibt sich über die Frequenz von 4300 kHz ein Untersetzungsfaktor zu $43 \cdot 10 \cdot 10$; er ist jetzt ganzzahlig und die Frequenz somit gut meßbar.

Die Vervielfachung verlangt jedoch ein weiteres Gerät und somit auch eine zusätzliche Bedienung. Es wurde deshalb, wie bereits erwähnt, bei der Entwicklung der Frequenzmeßanlage eine neue Methode angewendet. Nach Durchrechnung aller möglichen Fälle ergab sich, daß bei einer Veränderlichkeit der Grundfrequenz jeder Untersetzungsstufe um etwa ± 40% sich zu jeder Frequenz immer eine Normalwelle innerhalb dieses Bereiches finden läßt, wodurch die Differenzfrequenz in der 1-kHz-Stufe unter 5 Hz liegt. Die hierdurch erforderliche Erweiterung des Frequenzmeßbereiches der einzelnen Stufen läßt sich durch Drehkondensatoren in Verbindung mit einer umschaltbaren Spule leicht erreichen. Bild 12 zeigt das vollständige Schaltschema und Bild 13 die Aufsicht auf eine Untersetzungsstufe. Der zweite Drehkondensator des Schwingungskreises hat eine wesentlich kleinere Steigung als der Abstimmkondensator und ermöglicht ein besseres Einstellen des Mitnahmebereiches. Die Zuleitung zur nächst tieferen Stufe erfolgt über eine kapazitive Spannungsteilung. Um Frequenzverwerfungen beim Ein- und Ausschalten einzelner Stufen bzw. beim Anschalten des Prüflings oder durch Ankoppeln der Abhör- und Grobmeßeinrichtung weitgehendst zu vermeiden, wurde jeweils eine Trennstufe eingebaut. Im Gegensatz zu den mit Filtern, Breitbandverstärkern, Siebkreisen u. dgl. ausgefüllten Feldern einer Vervielfacheranordnung ist hier der Aufbau sehr einfach.

Die Messung der Frequenz mit der neuen Anlage sei an zwei Beispielen erläutert. Um 312 kHz zu messen, wird die 100-kHz-Stufe bzw. die 10-kHz-Stufe durch Verstellen der betreffenden Schwingkreiskondensatoren auf 104 kHz bzw. 13 kHz umgestellt. Es steuert dann der Prüfling die 3. Oberwelle von 104 kHz und die 104-kHz-Stufe nimmt die 8. Oberwelle der 13-kHz-Stufe und diese die 13. Oberwelle der 1-kHz-Stufe mit. Der Teilungs- bzw. Untersetzungsfaktor UF ist somit $3 \cdot 8 \cdot 13 = 312$, und wir haben ein $df_{1\,kHz} \ll 1$ Hz. Infolge der erzielten Ganzzahligkeit und damit des großen Mitnahmebereiches ist eine zusätzliche Vervielfachung überflüssig geworden. Außerdem kann jetzt die höchste Meßgenauigkeit durch unmittelbare Messungen ohne Hilfe von Zusatzgeräten erreicht werden.

Um eine Frequenz von 1433 kHz zu messen, wird die 100-kHz-Stufe auf 110 kHz geändert; ihre 13. Oberwelle (= 1430 kHz) wird dann vom Prüfling gesteuert, während die 11. Oberwelle der 10-kHz-Stufe von der Frequenz 110 kHz und die 10. Harmonische von 1 kHz von

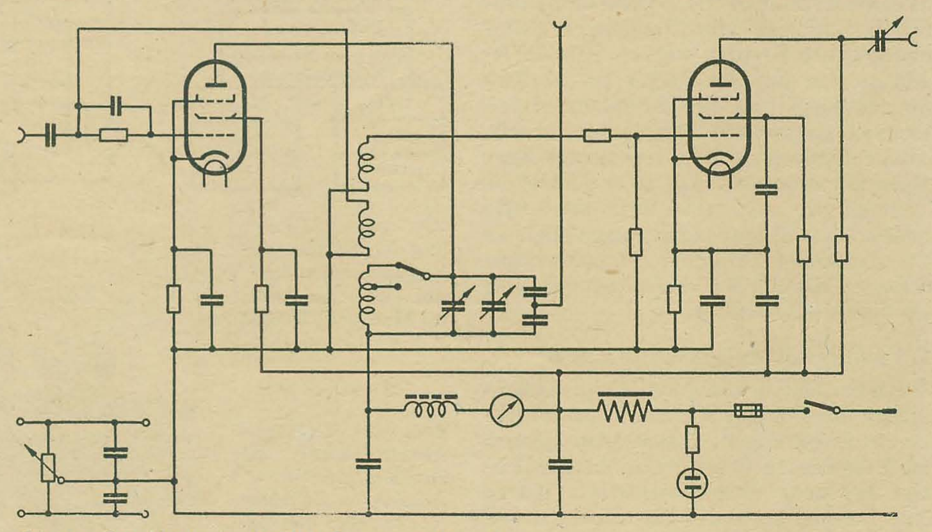


Bild 12: Schaltbild der 10-MHz-Frequenzteilerstufe

der 10-kHz-Stufe mitgenommen wird. Der Untersetzungsfaktor ist 13 · 11 · 10 = 1430. Die Differenzfrequenz beträgt $df_{1\,kHz} = + 2{,}3$ Hz.

Diese beiden, bewußt sehr ungünstig gewählten Beispiele zeigen, daß nach dem neuen Verfahren eine Vervielfachung gegenstandslos wird. In der Tabelle 1 sind noch einige Beispiele angeführt. Hieraus geht hervor, wie die einzelnen Untersetzungsstufen eingestellt werden müssen, damit die Differenzfrequenz zwischen der fremden Frequenz f_x und der Normalwelle f_n, die gleich dem Produkt aus den Untersetzungsfaktoren (UF) ist, kleiner als 5 Hz in der 1-kHz-Stufe wird.

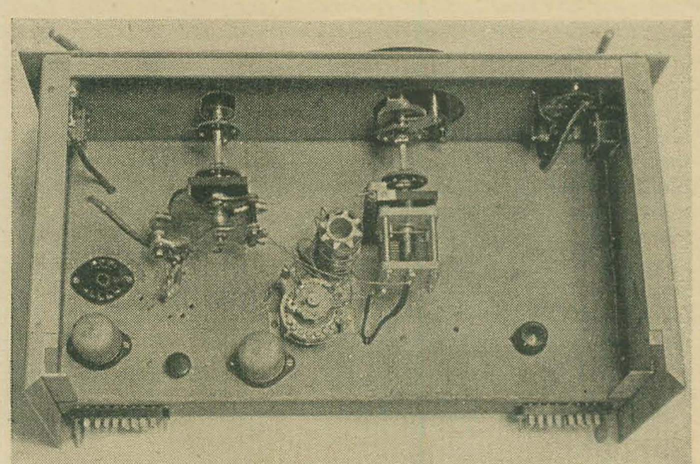


Bild 13: Aufsicht auf die 10-MHz-Frequenzteilerstufe

Zur schnellen Einstellung und Kontrolle der jeweils erforderlichen Frequenz der Untersetzungsstufen kann außer den geeichten Skalen der Drehkondensatoren der bereits erwähnte Grobwellenmesser verwendet werden, dessen Fehlergrenze nicht unter 1% zu liegen braucht. Die Lissajousfiguren der Oszillografen dienen zur weiteren Überwachung der richtigen Wahl und der Einstellung des Untersetzungsverhältnisses sowie zur Kontrolle der Mitnahme.

7. Erreichbare Genauigkeit

Bei einer Stoppzeit von nur 50 Sekunden und einem eventuellen Stoppfehler von 0,05 Sekunden einer mit $^1/_{100}$-Sekunden-Anzeige versehenen Uhr ist die innere Meßgenauigkeit einer Differenzfrequenz von 5 Hz gegen 1000 Hz im ungünstigsten Fall schon $5 \cdot 10^{-6}$ in der Frequenz. Diese Genauigkeit genügt in den meisten Fällen. Der Stoppfehler kann durch Benutzen einer automatischen Stoppvorrichtung noch vermindert werden.

Ob die ermittelte Differenzfrequenz positiv oder negativ zu werten ist, folgt aus der Drehrichtung des Kondensators der jeweiligen Kopfstufe. Sind gegebenenfalls zwei Normalfrequenzen vorhanden, die sich um etwa 1‰ frequenzmäßig voneinander unterscheiden, so können diese zur bequemen Richtungsbestimmung der Differenzfrequenz mit herangezogen werden. Die einfache Berechnung der wahren Frequenz sei an einem Beispiel gezeigt (siehe Tab. 2).

Der Mittelwert von $1002{,}303 \pm 0{,}003$ Hz ergibt nach Multiplikation mit dem Untersetzungsfaktor, der in diesem Beispiel UF = 1430 ist, den absoluten Frequenzwert von 1433293 Hz $\pm 3 \cdot 10^{-6}$.

Bei Messungen mit dem Rekorder sind bei einer Streifengeschwindigkeit von 100 mm/s die $^1/_{10}$ mm, also die $^1/_{1000}$ Sekunden noch sicher erfaßbar. Selbst nach kurzer Meßzeit kann der oben angegebene Fehler auf diese Weise um eine weitere Dezimale gesenkt werden. Die Meßgenauigkeit steigt mit der Länge der Meßzeit und der Güte des Differenzfrequenzmessers im gleichen Maße wie die Differenzfrequenz kleiner wird bis zum Grenzwert der Quarzuhrengenauigkeit. Beträgt zum Beispiel der Unterschied zwischen Prüfling und Normal $1 \cdot 10^{-4}$ in der Frequenz, so ergibt sich eine Differenzfrequenz von 0,1 Hz gegen 1000 Hz. Werden wieder 50 Sekunden Meßzeit und 0,05 Sekunden Stoppfehler angenommen, ist die innere Meßgenauigkeit schon $1 \cdot 10^{-7}$. Durch längere Meßzeiten oder durch Benutzen des Drehspulschnellschreibers kann die Meßgenauigkeit bis zu der Konstanz der Normalfrequenz der benutzten Quarzuhren gesteigert werden. Die höchste überhaupt erreichbare a b s o l u t e Genauigkeit der Frequenzmessung liegt infolge des Bezuges auf die Umdrehung der Erde und der Möglichkeit der ermittelten Zeitmessung bei $\pm 2 \cdot 10^{-8}$. Durch die Konstanz der Quarzuhren des D A M G und den Ausbau der geschilderten Anlage können jetzt alle Frequenzen zwischen 1 kHz und 300 MHz mit dieser höchstmöglichen absoluten Genauigkeit von $2 \cdot 10^{-8}$ gemessen werden, sofern natürlich ihre eigene Konstanz von dieser Größenordnung ist.

Es sei ausdrücklich erwähnt, daß die Fehlergrenzen der Normale und Meßeinrichtungen der physikalisch-technischen Staatsinstitute als oberste Eich- und Prüfbehörden mindestens eine Dezimale unter den Fehlergrenzen der industriellen Meßgeräte liegen müssen. Durch diese harte, aber erforderliche Bedingung werden bei der Prüfung von technischen Spitzenerzeugnissen an diese Institute außerordentlich hohe Anforderungen gestellt, die meist nur mit speziellen, einmaligen Meßanlagen und mit großem zeitlichen Aufwand erfüllt werden können.

8. Zusammenfassung

Bei der zuletzt geschilderten Frequenzmeßanlage, die für die speziellen Belange des D A M G entwickelt wurde, steuert der zu prüfende Sender durch Mitnahme die einzelnen Untersetzungsstufen, deren letzte mit der 1-kHz- oder 10-kHz-Normalfrequenz verglichen wird. Infolge der überlegenen Frequenzkonstanz der Quarzuhr kann jegliche Veränderung des Prüflings augenblicklich erfaßt werden und dieser infolge des jetzigen Ausbauzustandes in einem Bereich von 1000 Hz bis 300 MHz mit der höchstmöglichen Genauigkeit, nämlich mit $2 \cdot 10^{-8}$ in der Frequenz gemessen werden. Dieses Ergebnis wird außerdem mit einem einfachen und geringen schaltungsmäßigen Aufwand erzielt; ferner ist trotz der Größe der Anlage die Bedienung verhältnismäßig einfach, und durch das Verfahren an sich sowie durch die vorgesehenen Kontrollen können die Ergebnisse vollkommen eindeutig und schnell ermittelt werden.

Tabelle 1

f_x kHz	f_N in kHz zugleich Untersetzungsfaktor (UF)	Einstellung der Untersetzungsstufen 10 000 kHz	1000 kHz	100 kHz	10 kHz	1 kHz	$df_{1\,kHz}$ Hz
8 856	8 820	—	1260	140	10	1	+ 4,08
			7	9	14	10 *)	
17 882	17 920	—	1120	112	8	1	— 2,12
			16	10	14	8 *)	
92 043	91 800	10 200	1020	102	6	1	+ 2,65
		9	10	10	17	6 *)	
128 247	128 700	11 700	1300	100	10	1	— 3,52
		11	9	13	10	10 *)	

*) Mitgenommene Oberwellen der betreffenden Untersetzungsstufen

Tabelle 2

	Quarzuhr I	Quarzuhr II
Anzahl und Stoppwert der Schwebungen am Oszillografen gegen Quarzuhr I bzw. II:	100 Schwebungen in 43,40 s ± 0,05 s	150 Schwebungen in 44,94 s ± 0,05 s
Somit Differenzfrequenz $df_{1\,kHz}$:	+ 2,304 ± 0,002 Hz	+ 3,338 ± 0,004 Hz
Wert der Normalfrequenz I bzw. II:	1000,00000	998,96436
Wert der bis auf 1 kHz geteilten Prüffrequenz:	1002,304 ± 0,002 Hz	1002,302 ± 0,004 Hz

Literatur

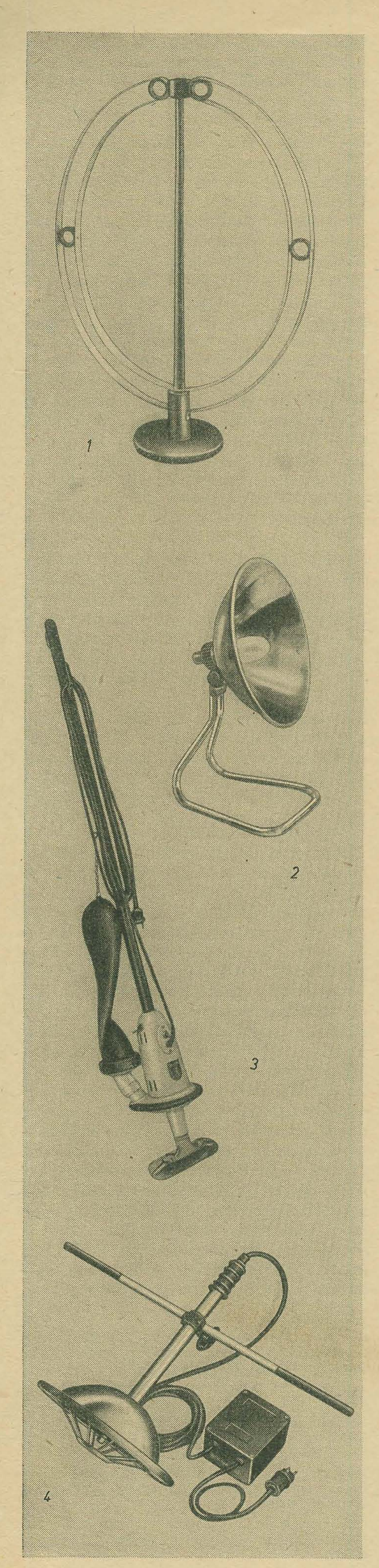
L. Rohde, Normalfrequenz und Frequenzmessung in Vilbig-Zenneck, Fortschritte der Hochfrequenztechnik, Bd. 2.

J. Neumann, Fernfrequenzmessungen, Funkschau (1947) S. 81.

Dekadische Frequenzmeßanlage 10 Hz bis 30 MHz, Rohde & Schwarz-Mitteilungen, Nr. 2 (1952) und 4 (1953).

H. H. Heinze, Ein Wellenmesser höchster Genauigkeit, Telegrafen-, Fernsprech- und Funktechnik (1937).

F. Kirschstein, Die Mitnahme selbsterregter Schwingungen und ihre technische Verwertung, Elektrische Nachrichtentechnik 1943, S. 29.



Der Kampf um die Milliarde

Das Jahr der großen Initiative geht seinem Ende entgegen. Es brachte uns auf allen Gebieten des Lebens in unserer Republik schöne und stolze Erfolge. Trotz dieser Erfolge ist aber der Stand der Produktion von Massenbedarfsgütern, insgesamt gesehen, nicht befriedigend.

Bereits in den Verordnungen des Ministerrats vom 10. und 17. Dezember 1953 zur raschen Hebung des Lebensstandards unserer Bevölkerung wurde die Erweiterung der Produktion von Waren des Massenbedarfs gefordert. Walter Ulbricht gab auf dem IV. Parteitag der SED die Anregung, noch über den Volkswirtschaftsplan 1954 hinaus für 1 Milliarde DM Massenbedarfsgüter ohne Inanspruchnahme von Materialkontingenten aus den Materialbeständen und -reserven sowie verwertbaren Abfällen der volkseigenen und privaten Betriebe zu produzieren. Wo lagen die Schwierigkeiten, daß die Verpflichtungen im Durchschnitt am Ende des III. Quartals erst mit etwa 50% erfüllt waren?

Zu berücksichtigen ist, daß erst eine gewisse Anlaufzeit notwendig war, um wirklich brauchbare und qualitative Massenbedarfsgüter herzustellen. Doch wurde in vielen Betrieben die Bedeutung der Erhöhung der Massenbedarfsgüterproduktion unterschätzt und die Beratungen und Vorbereitungen oft viel zu spät und mit mangelhafter Initiative aufgenommen.

Gern hätten wir den Betrieben im Bereich des Ministeriums für Maschinenbau Hinweise zur Verbesserung des gegenwärtigen Standes der Produktiou von zusätzlichen Massenbedarfsgütern gegeben. Dazu ist es aber notwendig, daß wir einen Einblick in die Ursachen für die mangelhafte Erfüllung des gesetzten Zieles erhalten. Man sollte meinen, das Ministerium für Maschinenbau wäre für solche Information die geeignetste Stelle. Leider ist das aber nicht der Fall. Außer platonischen Erklärungen und schließlich noch der Einladung einer Kollegin unserer Redaktion in das Ministerium durch den Kollegen Feder kam bei unseren Bemühungen nichts heraus. Unserer Kollegin wußte der Kollege Feder lediglich mitzuteilen, daß er nichts mitzuteilen habe. Wir mußten den Eindruck gewinnen, als habe das Ministerium selbst keinen Überblick über die bisherigen Ergebnisse der Produktion von Massenbedarfsgütern. In den Betrieben kann man dann auch feststellen, daß eine Koordinierung und Lenkung durch das Ministerium für Maschinenbau fast völlig fehlt, was doch für eine planvolle und zweckbewußte Arbeit der dortigen Kommissionen für zusätzliche Massenbedarfsgüter in den Betrieben notwendig ist. Allerdings bestehen heute noch nicht in allen Betrieben derartige Kommissionen. Auch dieser Mangel muß schnellstens behoben werden.

Schwierigkeiten traten bei der Zusammenarbeit mit dem Handel auf, der mit den Produktionsbetrieben in einzelnen Fällen keine Verträge abschließen wollte, die aber für die Produktionsaufnahme erforderlich sind. In diesem Zusammenhang seien nur einige Beispiele angeführt:

Der VEB Werk für Signal- und Sicherungstechnik verpflichtete sich, 25000 Elektrobaukästen zu fertigen, worüber auch ein Globalvertrag mit dem Ministerium für Handel und Versorgung abgeschlossen wurde. Bis jetzt liegen dem Werk lediglich Absatzverträge von der DHZ Kulturwaren und Bürobedarf in Höhe von 4000 Stück vor. Die DHZ Kulturwaren und Bürobedarf weigert sich konstant, weitere Absatzverträge zu schließen, da der Bedarf an Elektrobaukästen gedeckt sei.

Ein ähnliches Beispiel ist uns aus dem VEB Funkwerk Leipzig bekannt, der ebenfalls einen Globalvertrag über 35000 Metallbaukästen mit dem Ministerium für Handel und Versorgung abschloß. Auch hier liegen dem Werk lediglich Absatzverträge in Höhe von 100 Stück vor, und die gleiche DHZ weigert sich auch in diesem Fall, weitere Absatzverträge zu schließen, da genügend Baukästen auf dem Markt seien.

Der VEB Werk für Signal- und Sicherungstechnik hat ferner eine Kartoffelschälmaschine entwickelt, die ebenfalls in der nächsten Zeit auf den Markt kommen soll. Zu berücksichtigen ist dabei, daß diese Kartoffelschälmaschine für den Haushalt vom DAMW das Gütezeichen 1 erhalten hat, daß aber auch hier der Handel keine größeren Vertragsbindungen eingehen will, da er für den Absatz dieser Geräte Schwierigkeiten sieht.

Es ist verständlich, daß sich der Handel durch die Übernahme nicht bedarfsgerechter Erzeugnisse keine Ladenhüter schaffen will, doch ist für die erwähnten Gebrauchsgüter wirklich kein Bedarf vorhanden?

Eine Forderung stellen unsere Werktätigen zu Recht, und zwar keine primitiven, sondern qualitative Massenbedarfsgüter zu erhalten. Wir haben uns in den Betrieben des Ministeriums für Maschinenbau umgesehen und stellen im folgenden einige zusätzlich gefertigte Massenbedarfsgüter vor.

VEB Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik „Carl von Ossietzky", Teltow

Als Massenbedarfsgut entwickelte das Werk für Bauelemente „Carl von Ossietzky" eine Infrarotheimsonne (Bild 2). Im Gegensatz zu den üblichen Heizöfen, die meistens eine recht große Leistungsaufnahme haben, wird mit der Infrarotheimsonne bei geringerem Stromverbrauch infolge der günstigen Strahlungseigenschaften dieses Gerätes ein guter, lokaler Wärmeeffekt erzielt.

Der mit zwei Steckerbuchsen versehene Strahlungskörper wird in zwei Ausführungen mit unterschiedlicher Leistungsaufnahme von 250 und 500 W geliefert, die wahlweise auswechselbar sind.

VEB Werk für Fernmeldewesen, Berlin

Da viele Rundfunkhörer keine Außenantenne anbringen können, verwenden sie eine Zimmerantenne. Als zusätzliches Massenbedarfsgut wird das Werk für Fernmeldewesen eine UKW-Zimmerantenne (Bild 1) auf den Markt bringen. Es handelt sich dabei um einen symmetrischen Faltdipol, der aus einem Metallband besteht. Jede Dipolhälfte ist halbkreisförmig nach oben gebogen, so daß der Raumbedarf der Antenne gering ist. Der Dipol ist auf einem Fuß befestigt, in den eine Bandleitung als Zuleitung eingeführt ist. Die Antenne ist für Geräte mit dem üblichen Eingangswiderstand von etwa 300 Ω, symmetrisch, vorgesehen.

VEB Elektro-Apparate-Werke J. W. Stalin, Berlin

Als einer der ersten Betriebe hatte der VEB Elektro-Apparate-Werke J. W. Stalin die Bedeutung der Erhöhung der Massenbedarfsgüterproduktion erkannt und diese auch mit der notwendigen Initiative in Angriff genommen.

Bereits in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 5 (1954) S. 135 beschrieben wir den Belichtungsmesser „Fotolux", der jedem Amateur und Fachmann selbst bei schlechten Lichtverhältnissen helfen soll, gute Aufnahmen zu machen.

Ferner fertigen die Elektro-Apparate-Werke J. W. Stalin im Rahmen der Massenbedarfsgüterproduktion für den Fotoamateur einen Fotoblitz für direkten Anschluß an ein 220-V-Wechselstromnetz [siehe auch RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1954) S. 304].

Für die inzwischen allgemein bekanntgewordenen und sehr gefragten Schallwäscher „Waschbär" (Bild 4) und Handstaubsauger „Steppke" (Bild 3) dürften die Hausfrauen dem EAW J. W. Stalin besonders dankbar sein.

VEB Technisch-Physikalische Werkstätten Thalheim

Der VEB Technisch-Physikalische Werkstätten Thalheim entwickelte als Massenbedarfsartikel eine kleinen magnetischen Spannungskonstanthalter (Bild 5) für den Hausgebrauch, der besonders zum Stabilisieren der Betriebsspannung von Rundfunk- und Heimgeräten gedacht ist. Die Betriebsspannung beträgt 220 V und die Belastbarkeit maximal 100 VA. Bei Netzspannungen zwischen 176 und 242 V wird die Ausgangsspannung auf 220 V ± 3% konstant gehalten. Das Gerät ist absolut kurzschlußfest und wiegt etwa 7 kg. An der einen Seite ist das Gerät, dessen Abmessungen 243 × 148 × 140 mm betragen, mit einem Kabel und Stecker und an der anderen Seite mit einer Steckdose versehen. Mit dem Spannungskonstanthalter erfüllt der VEB Technisch-Physikalische Werkstätten Thalheim den Wunsch vieler Rundfunkhörer nach einem Gerät zur vollautomatischen Regelung von Unter- und Überspannungen des Netzes.

VEB Sachsenwerk, Niedersedlitz

Mit der vom Sachsenwerk Niedersedlitz unter anderem als Massenbedarfsartikel gefertigten Sachsenwerk-Feinsäge (Bild 6) wird eine fühlbare Lücke auf dem Gebiet der mechanisierten Sägen geschlossen, da sie feinste Laubsägearbeiten gestattet. Sie ist sowohl für Betriebe und Werkstätten als auch für den Bastler geeignet und für den Anschluß an Wechselstromnetze von 220 oder 110 bis 127 V lieferbar. Durch Einschalten des Kippschalters wird ein Schwingsystem, das sich im Unterteil der Säge befindet, in Schwingung versetzt (mit Netzfrequenz, 50 Hz) und bringt damit das am Bügel federnd eingespannte Sägeblatt ebenfalls zum Schwingen.

Mit der Feinsäge lassen sich Hartholz bis 6 mm, Sperrholz bis 10 mm, Weichholz bis 15 mm, Bunt- und Edelmetallbleche bis 2 mm, Preßspan, Pappe und Filz, die drei letzteren je nach Stärke und Materialbeschaffenheit, bearbeiten.

Um die Bearbeitungsmöglichkeiten dieser Materialien zu erleichtern, wird die Säge noch mit einer Führungsschiene für gerade Schnitte, einem Kreisschneider für Kreisschnitte und einer Winkelskala für Gehrschnitte ausgestattet.

VEB Elektro-Feinmechanik Mittweida

Eine Radioschaltuhr (Bild 7) brachte der VEB Elektro-Feinmechanik heraus. Sie dient zum automatischen Ein- und Ausschalten aller elektrischen Geräte bis 1000 W bei 220 V Wechselspannung, wie Rundfunkempfänger, elektrische Kocher, Heizkissen, Schaufenster-, Zimmer- und Treppenbeleuchtung. Die kürzeste Schaltzeit zwischen dem Ein- und Ausschalten ist 15 Minuten und die längste Schaltzeit 24 Stunden. Dazwischen liegen von Viertelstunde zu Viertelstunde bis zu 96 beliebig aufeinanderfolgende durch Steckerstifte wählbare Schalteinstellungen.

Die in einem Preßstoffgehäuse gelieferte Schaltuhr ist mit einem Synchronmotor ausgestattet und wird zwischen der Netzschnur des zu schaltenden Gerätes und der Steckdose angeordnet.

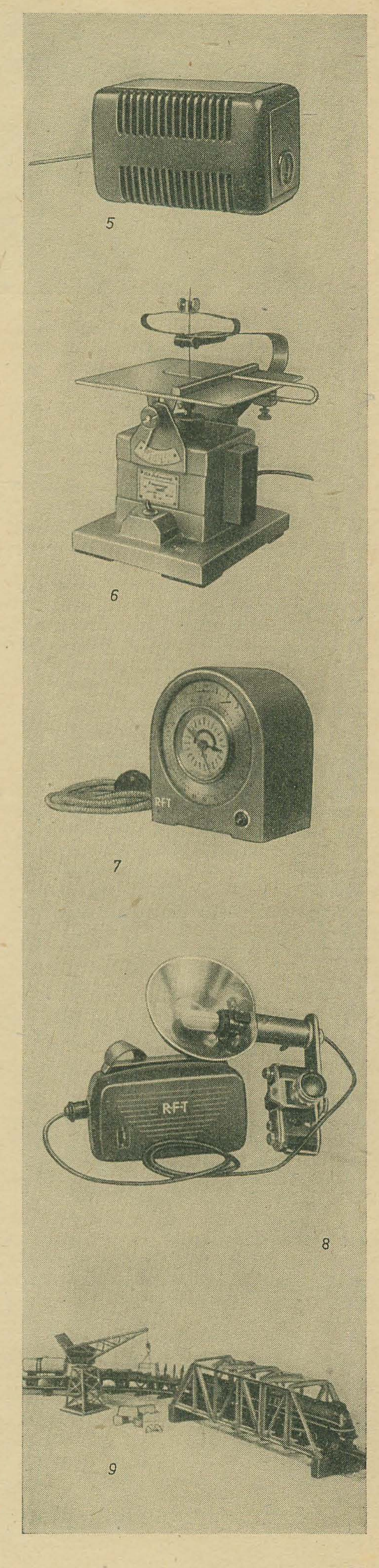
VEB Kondensatorenwerk Gera

Das Elektronenblitzgerät „Pionier" des VEB Kondensatorenwerk Gera (Bild 8) ist eine wertvolle Neuentwicklung für den Fotoamateur. Es besitzt als Stromquelle einen 4-V-Bleisammler mit einer Speichermenge von 6 Ah und wiegt nur etwa 2,8 kg [siehe auch RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1954) S. 304].

Erwähnt seien auch noch die im Rahmen der Massenbedarfsgüterfertigung aus Abfallstreifen hergestellten Spielzeugbrücken und -kräne (Bild 9.)

Diese Beispiele zeigen, daß, wenn die Initiative auch noch wesentlich gesteigert werden muß, dem Aufruf unserer Regierung Folge geleistet wurde und geeignete Überplanbestände von Materialien zur Produktion von qualitativen und von der Bevölkerung benötigten Massenbedarfsgütern eingesetzt wurden.

Auch im kommenden Jahr muß für die Betriebe eine erweiterte und verbesserte Produktion von Gebrauchsartikeln im Vordergrund stehen, damit die auf dem IV. Parteitag gestellte Forderung „Mehr Massenbedarfsgüter für die Bevölkerung" erfüllt und damit der Lebensstandard weiter verbessert wird.



5

6

7

8

9

Bauanleitung:

UKW-FM-Empfäng

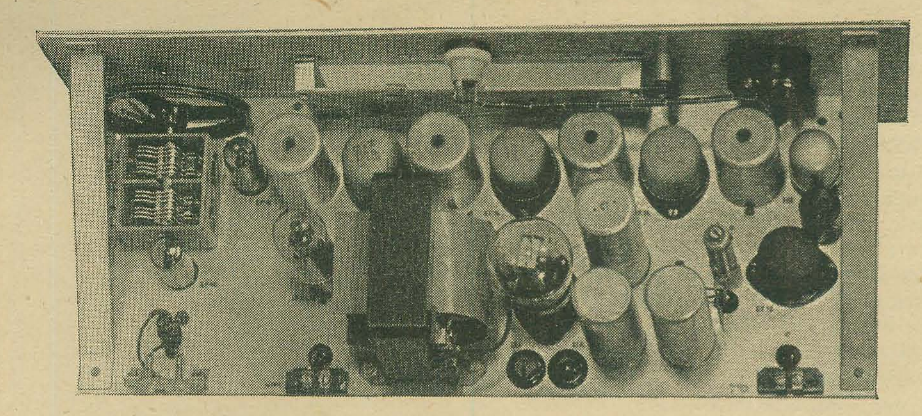


Bild 1: Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis

Der hier beschriebene Empfänger ist in Einschubbauweise nach DIN 41490 ausgeführt. Er kann in jedes genormte Verstärkergestell eingebaut werden und ermöglicht eine störungsfreie und hochwertige Rundfunkübertragung in Betriebsfunkanlagen. Unabhängig davon ist der Einbau in ein Holzgehäuse zur gesonderten Verwendung des Empfängers möglich.

Das Gerät zeichnet sich durch eine sehr gute Empfangsleistung bei vorzüglicher Unterdrückung von Amplitudenmodulation aus. Der NF-Ausgang ist so niederohmig, daß bei den üblichen Anschlußleitungen von einigen Metern Länge keine Verschlechterung des Frequenzganges in den Höhen zu befürchten ist. Mit dem erzielten hohen NF-Pegel lassen sich selbst unempfindliche Verstärker aussteuern.

Schaltung

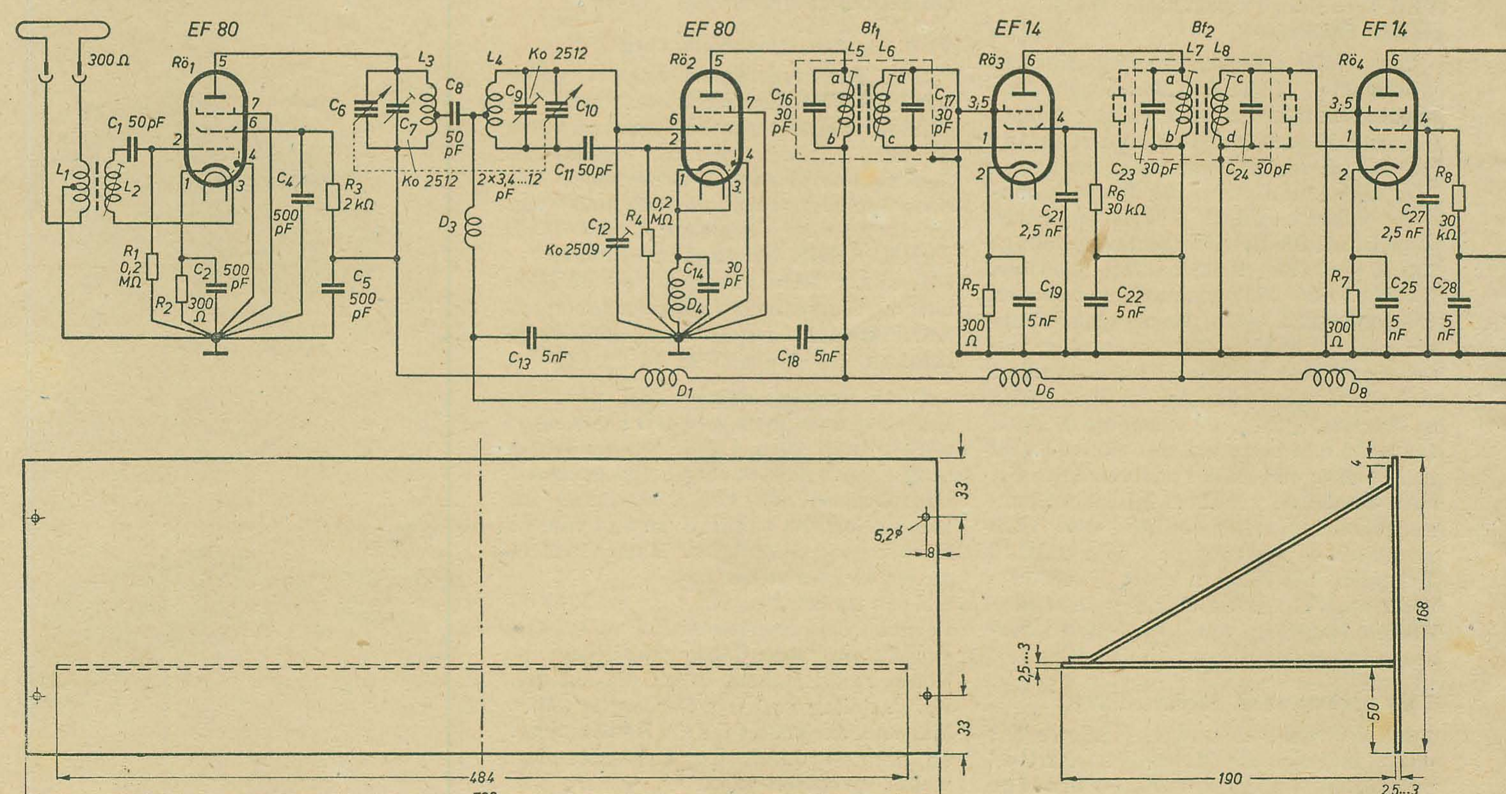
Den Stromlaufplan des Empfängers zeigt Bild 3. Der symmetrische Antenneneingang ist für einen Faltdipol mit der üblichen Bandleitung von 240 bis 300 Ω Anpassungswiderstand ausgelegt. Der Eingangskreis, dessen Kapazität durch die Eingangskapazität von Röhre 1 und die Schaltkapazität gebildet wird, läßt sich mit dem HF-Eisenkern der Spule L_2 abstimmen. Da der Eingangskreis durch den Antennenwiderstand und den Eingangswiderstand r_e der Röhre bedämpft wird, ist seine Resonanzkurve verhältnismäßig flach, und es genügt eine einmalige Abstimmung auf Bandmitte. ZF-Sperren im Antenneneingang haben sich als überflüssig erwiesen.

Um Kopplungen zu vermeiden, werden Ein- und Ausgang der EF 80 an je eine Katodenzuführung angeschlossen. Der Außenwiderstand der HF-Vorstufe wird durch den Schwingkreis C_6, C_7, L_3 gebildet. Die verstärkte HF-Spannung gelangt über C_8 und C_{11} an das erste Gitter der mit Katode, Steuergitter und Schirmgitter in Dreipunktschaltung schwingenden Mischröhre $Rö_2$. Die Oszillator-(Schirmgitter-) Gleichspannung in Höhe von 150 V wird von der Glättungsröhre $Rö_9$ konstant gehalten, so daß Netzspannungsschwankungen ohne Einfluß auf die Oszillatorfrequenz bleiben, und über die Drossel D_3 zugeführt.

Die Mischung erfolgt — wie bei UHF üblich — additiv, wodurch eine hohe Mischverstärkung bei geringem Rauschen gegeben ist. Der in der Katodenleitung liegende Kondensator C_{14} kompensiert die Katodeninduktivität von Röhre 2, erhöht damit den Eingangswiderstand dieser Röhre und trägt zur Güteverbesserung des Kreises C_6, C_7, L_3 bei. Die Drossel D_4 schließt den Gleichstromweg und verhindert eine Gegenkopplung für die ZF: Bei 10,7 MHz und einer Induktivität von $\approx 1\,\mu H$ ist der Scheinwiderstand zu vernachlässigen, bei 100 MHz jedoch genügend hoch. Der Oszillator wird mit dem Kondensator C_{10} abgestimmt. Mit Hilfe des Trimmers C_{12} läßt sich der Oszillator so abgleichen, daß die Oszillatorspannung am Mittelabgriff von L_4 ein Minimum erreicht und eine sehr geringe Störausstrahlung erfolgt.

Es hat wenig Sinn, in den beiden eben beschriebenen Stufen ältere Röhrentypen wie 6 AC 7 oder EF 14 zu verwenden; diese Röhren haben ein recht kleines r_e und ein ziemlich ungünstiges S/c-Verhältnis, so daß die erzielbare Verstärkung wesentlich kleiner ist.

Die Differenzfrequenz zwischen verstärktem Eingangssignal und Oszillatorfrequenz wird nun in einem dreistufigen ZF-Verstärker (Röhren 3 bis 5) weiterverstärkt. Die hierin enthaltenen Bandfilter sind auf 10,7 MHz abgestimmt. Während die beiden ersten ZF-Stufen gleichartig aufgebaut sind, ist die letzte ($Rö_5$) als Begrenzer geschaltet. Sie wird ohne Katodenwiderstand und mit niedriger Schirmgitterspannung betrieben. Außerdem befindet sich vor dem Steuergitter noch eine Widerstands-Kondensator-Kombination R_9, C_{31}, die vom normalen Audion her bekannt ist und hier lediglich am kalten Ende des Schwingkreises C_{30}, L_{10} ein-



HANS-ERICH LATTORFF

er 87 bis 100 MHz

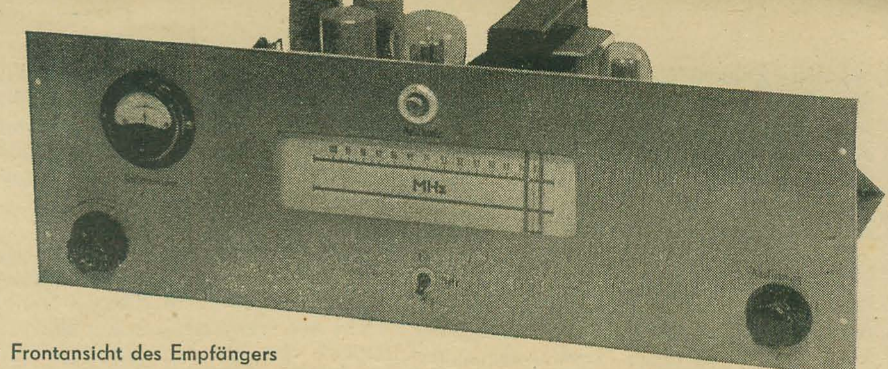


Bild 2: Frontansicht des Empfängers

geschaltet wurde. Der Aussteuerbereich von Röhre 5 ist klein, so daß Amplitudenschwankungen bei der sich normalerweise ergebenden Übersteuerung nicht mehr in Erscheinung treten. Außerdem erzeugt auch der einsetzende Gitterstrom an R_9 einen Spannungsabfall und verschiebt dadurch den Arbeitspunkt ins Negative. Die bei jeder Übersteuerung auftretenden Oberwellen üben keinerlei Einfluß aus, weil der folgende Schwingkreis C_{36}, L_{11} die Grundwelle heraussiebt.

Auf die Begrenzerstufe folgt ein Verhältnisgleichrichter mit der Doppeldiode 6 H 6. Die Schaltung ist erdsymmetrisch. Da über die Wirkungsweise des Verhältnisgleichrichters umfangreiches Schrifttum [z. B. 1 bis 5] vorhanden ist, sei hier nicht näher darauf eingegangen, sondern nur erwähnt, daß der Verhältnisgleichrichter auf Grund seiner Schaltung selbst eine Begrenzerwirkung ausübt und eine Amplitudenmodulation in gewissen Grenzen unterdrückt. Er wird hierin durch die bereits besprochene Begrenzerstufe wirksam unterstützt.

Bei richtiger Abstimmung auf die Senderfrequenz hat die Verbindung zwischen den Kondensatoren C_{38} und C_{39} keine Spannung gegen Masse. Bei ungenauer Abstimmung wird jedoch an diesem Punkt eine positive bzw. negative Spannung gemessen, je nachdem, nach welcher Seite verstimmt wurde. Diese Spannung kann unter Verwendung eines Drehspulmeßwerkes I_1 mit dem Nullpunkt in der Skalenmitte zur Abstimmanzeige benutzt werden. Der Widerstand R_{11} dient zur Symmetrierung der Schaltung. Das Rauschen ist am geringsten, wenn beide Hälften des Verhältnisgleichrichters streng symmetrisch sind. Die NF wird ebenfalls an der Verbindung C_{38}, C_{39} abgenommen. Der aus dem Widerstand R_{15} und dem Kondensator C_{42} gebildete Tiefpaß mit einer Zeitkonstante von 50 μs beseitigt die aus Gründen einer größeren Rauschfreiheit erfolgende Sendervorverzerrung. Das NF-Signal wird dann über den Lautstärkeregler P_1 einer NF-Verstärkerstufe (Röhre 7) zugeführt, die außer zur Pegelerhöhung vor allem dazu dient, den Ausgang niederohmig und damit wenig störanfällig und unempfindlich gegen kapazitive Nebenschlüsse durch abgeschirmte Anschlußleitungen zu machen. Deshalb wurde auch die EF 12 als Triode geschaltet und dadurch ein kleines R_i erzielt. Mit dem ebenfalls niedrigen Außenwiderstand R_{17} ergibt sich ein Ausgangsscheinwiderstand von nur 7 kΩ. C_{45} wurde so bemessen, daß Verstärker mit dem üblichen Eingangswiderstand von 100 kΩ angeschaltet werden können, ohne daß die tiefen Frequenzen benachteiligt werden.

Da die EF 12 (Röhre 7) die erste Stufe des NF-Verstärkers bildet, wurde eine sehr gute Anodenstromsiebung durch die Drossel D_{13} ($\approx$ 35 H bei 2500 Ω Gleichstromwiderstand) in Verbindung mit dem Kondensator C_{46} vorgesehen. Die Gleichspannung am Eingang dieses Siebgliedes ist bereits gut geglättet.

Um Brummeinstreuungen zu vermeiden, wurde der Ausschalter S_1 im Netzteil absichtlich nicht mit dem Lautstärkeregler P_1 gekuppelt. Ein Schirm zwischen Primär- und Sekundärwicklung des Netztransformators verhindert das Eindringen hochfrequenter Störungen. Die Induktion ist mit $\approx$ 10000 Gauß verhältnismäßig niedrig bemessen; hierdurch werden die Erwärmung und damit der Temperaturgang des Empfängers klein gehalten. Anodenspannungsseitig ist eine zweite Sicherung Si_2 vorgesehen. Die Betriebsanzeige erfolgt durch die Signalglimmlampe $Rö_{10}$. Nach dem ersten Siebglied R_{19}, C_{48} wird eine Spannung von 250 V abgenommen, nach einer weiteren Siebung durch den Widerstand R_{20} und einer Stabilisierung durch Röhre 9 erhält man eine konstante Spannung von 150 V zur Versorgung des Oszillators und der NF-Stufe. Die Zündelektrode der Glättungsröhre ist über den 1-MΩ-Widerstand R_{21} angeschlossen.

Bemerkenswert ist die sehr sorgfältige hochfrequente Verdrosselung sämtlicher Betriebsspannungen, um bei der sehr hohen ZF-Verstärkung von $\approx 4 \cdot 10^4$ Rückkopplungen und damit eine Selbsterregung zu vermeiden. Die hier angewendete Serienschaltung der HF-Drosseln [6, 7] verbessert die Siebung von rückwärts her von Stufe zu Stufe. Um den Spannungsabfall klein zu halten, wurden bei der Anodenspannungssiebung Drosseln statt der meist üblichen Widerstände verwendet.

Aufbau

Der Aufbau erfolgt — wie schon erwähnt — als Einschub mit den Abmessungen nach DIN 41490 (Bild 4). Vier Eisenblechwinkel verbinden das Chassis mit der Frontplatte, zwei schräge Stützen sorgen für Stabilität. Das verwendete Aluminiumblech muß zum Zwecke einer dauerhaft festen Klemmverbindung aus einer halbharten Legierung bestehen.

Die Ausführung der Frontplatte wird im Bild 2 veranschaulicht, während Bild 1 die Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis zeigt. Der gesamte ZF-Verstärker einschließlich Mischröhre und Demodulator ist so aufgebaut, daß durch die unvermeidbaren Chassisströme keine unerwünschten Kopplungen entstehen können [6]. Die Skala ist etwas schräg zur Frontplatte angeordnet und besteht ebenfalls aus 2,5 bis 3 mm starkem Aluminiumblech. Für die Halterung des Abdeckglases sind vier Bügel vorgesehen. Der aus dünnem, blankem Eisenblech her-

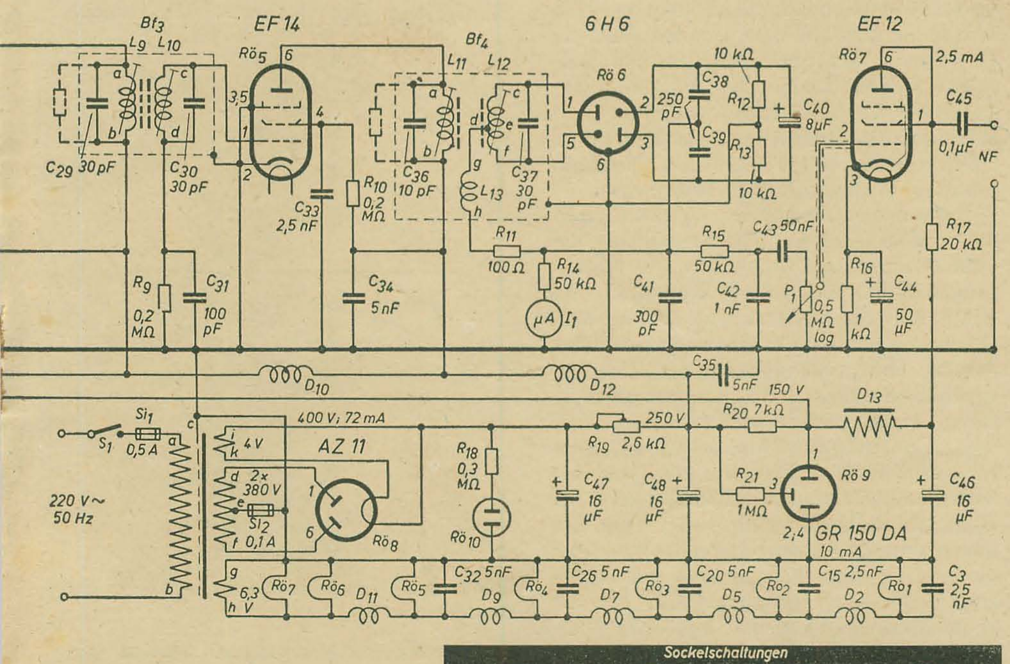




Bild 3: Stromlaufplan

←
Bild 4: Hauptmaße des Chassis

gestellte Skalenzeiger ist oben und unten filzunterlegt und gleitet auf dem oberen Skalenrand ohne Kippen und Flattern, sofern man am oberen Zeigerende ein längeres Stück starken Drahtes anlötet und das Skalenseil um dieses herumlegt. Als Skalenseil ist Perlon- oder Angelschnur zu verwenden.

Vor dem Drehkondensator ist die HF-Vorstufe angeordnet, davor der Eingangskreis L_1, L_2 und die Antennenbuchse (Bild 1). Links vom Drehkondensator (halb verdeckt durch die Chassisstrebe) sind die Trimmer C_7 und C_9 montiert. Auf der rechten Chassisseite befinden sich vor der 6 H 6 der Elektrolytkondensator C_{40} und die EF 12. Links neben der EF 12 ist der Widerstand R_{19} aufgebaut, daneben, vom Chassis isoliert, der Elektrolytkondensator C_{46}.

Bild 5 zeigt die Unterseite des unverdrahteten Chassis, aus dem vor allem die Anordnung der Röhrenfassungen und der Lötösen zu ersehen ist. Die Stahlröhrenfassungen des ZF-Verstärkers sind mit großen Abschirmblechen aus 1 mm starkem Aluminium versehen, die am oberen Rande je eine Trolituldurchführung für die Heizdrossel und einen isolierten Stützpunkt für die Anodendrossel aufweisen. An den Fassungen der Röhren 1 bis 5 befinden sich als Masseverbindung je zwei Lötösen, die Fassung von Röhre 6 hat nur eine Lötöse. Für die Drehkondensatoranschlüsse sind im Chassis entsprechende Ausschnitte vorgesehen. Neben der Fassung für die Mischröhre ist der Trimmer C_{12}, neben der Fassung für die letzte ZF-Röhre die Drossel D_{13} und schließlich rechts unterhalb der NF-Röhrenfassung der Elektrolytkondensator C_{44} angebracht.

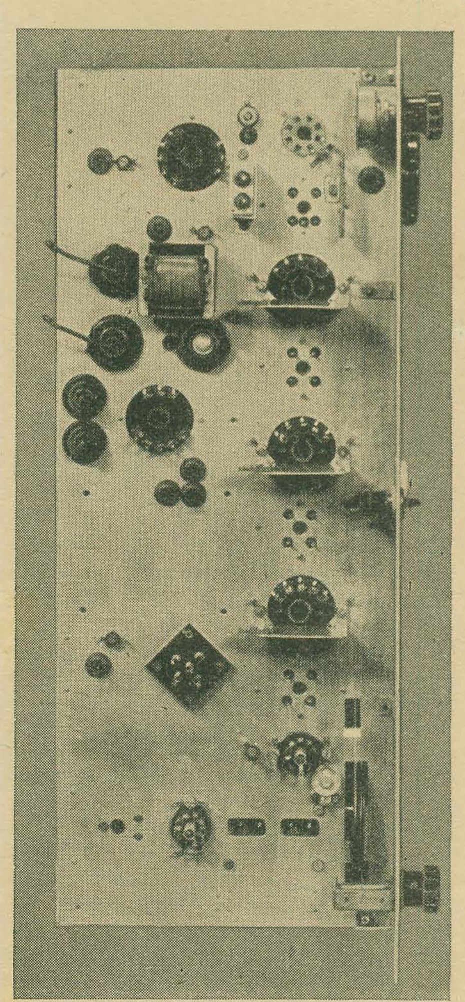


Bild 5: Unverdrahteter Empfänger von unten

Verdrahtung

Die Verdrahtung muß gut überlegt und mit äußerster Sorgfalt vorgenommen werden. Kürzeste Verbindungen ohne Rücksicht auf schönes Aussehen sind oberstes Gebot. Als Kondensatoren in den HF- und ZF-Stufen kommen nur keramische oder dämpfungsarme Ausführungen (Aufdruck „d") in Frage. Über die HF-Drosseln gibt Tabelle 1 Auskunft. Diese enthält unter anderen auch die Wickelangaben für die Bandfilter [8], deren Wickelschema Bild 6 zeigt. Auch die Verwendung von handelsüblichen Filtern (G. Neumann, Creuzburg/Werra) ist möglich; es empfiehlt sich allerdings, die Bandfilter 1 bis 3 nach den Angaben der Tabelle 1 umzuwickeln, da Filter ohne Koppelwindungen beim Verdrehen der Kerne den Kopplungsgrad in unerwünschter Weise ändern. Soll die Kopplung im Bandfilter 4 zum Einstellen des günstigsten Wertes veränderlich sein, wird die Spule L_{12} auf eine Trolitulfolie gewickelt, so daß sie sich auf dem Bandfilterkörper verschieben läßt und nachträglich festgelegt werden kann. Der im Bild 6 angegebene Abstand ergab optimale Verhältnisse. Alle Bandfilterspulen sind durch Überstreichen mit Trolitullack (Trolitulschnitzel in Benzol gelöst) festzulegen.

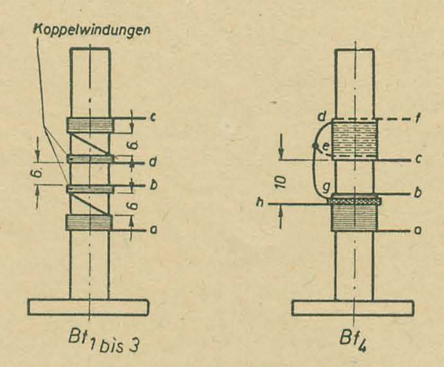


Bild 6: Wickelschema für die Bandfilter

Die Schwingkreisspulen L_3 und L_4 werden freitragend an die Anschlüsse des Drehkondensators angelötet. Die Anzapfungen liegen bei beiden Spulen in der Mitte. Für die Verdrahtung des ZF-Verstärkers gibt Bild 7 einen Anhalt. Am rechten Erdpunkt sind Bremsgitter, Katodenkondensator, Schirmgitterkondensator, Anodentiefpunktkondensator und Gitterkreistiefpunkt angeschlossen, während alle übrigen Erdleitungen (geerdete Seite des Heizfadens, Siebkondensator der Heizung, Röhrenabschirmung) zum linken Erdpunkt führen. Auf diese Weise ist die Gefahr von Kopplungen am kleinsten [6, 7]. Auch die günstigste Lage der Bandfilteranschlüsse ist aus Bild 7 ersichtlich. Die übrigen ZF-Stufen sind in gleicher bzw. ähnlicher Weise aufgebaut. Bei der HF-Vorstufe und der Mischstufe sind die geschilderten Grundsätze bezüglich der Wahl der Erdpunkte ebenfalls sinngemäß zu beachten.

Tabelle 1

L_1	1,5 + 1,5 Windungen YG 0,5 Cu (Draht mit thermoplastischer Kunststoffhülle nach DIN 57812), zwischen L_2 gewickelt
L_2	6 Windungen 0,65 CuL, auf Stiefelkörper 8,5 ∅ × 32, Windungsabstand 2,5 mm
L_3	3 Windungen 1,5 CuL, freitragend, Innendurchmesser 8 mm, Windungsabstand 4 mm
L_4	5 Windungen 1,5 CuL, freitragend, Innendurchmesser 6 mm, Windungsabstand 2,5 mm
L_5 bis L_{10}	je 21 Windungen 0,1 CuL (davon 5 Windungen als Koppelwindungen), auf Bandfilterkörper 8,5 ∅ × 70
L_{11}	29 Windungen 0,15 CuL, auf Bandfilterkörper 8,5 ∅ × 70
L_{12}	2 × 12 Windungen 0,3 CuLS, auf gleichem Körper wie L_{11}, bifilar gewickelt
L_{13}	6 Windungen 0,5 CuL, mit entgegengesetztem Wickelsinn auf Trolitulfolie über kaltes Ende von L_{11} gewickelt
D_1, D_3	je 200 Windungen 0,07 CuL auf 0,5-W-Widerstand
D_6, D_8, D_{10}, D_{12}	je 180 Windungen 0,11 CuL, auf Wickelkörper 6 ∅ × 35
D_2, D_5, D_7, D_9, D_{11}	je 40 Windungen 1,0 CuL, freitragend, Innendurchmesser 6 mm
D_4	18 Windungen 0,2 CuL auf 0,5-W-Widerstand
D_{13}	Kern M 42/15, 0,5 mm Luftspalt, gleichschichtig, 9000 Windungen 0,08 CuL
Netztransformator	Kern M 102/35 ohne Luftspalt, wechselschichtig a b 845 Windungen 0,4 CuL c Folie d e 1550 Windungen 0,15 CuL e f 1550 Windungen 0,15 CuL g h 26 Windungen 1,1 CuL i k 16 Windungen 0,75 CuL

Die NF-Stufe erhält wegen der Brummfreiheit keinen eigenen Erdpunkt, sondern benutzt den von Röhre 6. Dort ist auch der isoliert aufgebaute Kondensator C_{46} zu erden. Die einzige im ganzen Empfänger verwendete Abschirmleitung verläuft vom Lautstärkeregler P_1 zum Steuergitter der Röhre 7. Unkritische Stromversorgungsleitungen werden gebündelt und tragen so zu einem übersichtlichen und betriebssicheren Aufbau bei. Die Wickeldaten für den Netztransformator und die Siebdrossel D_{13} sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

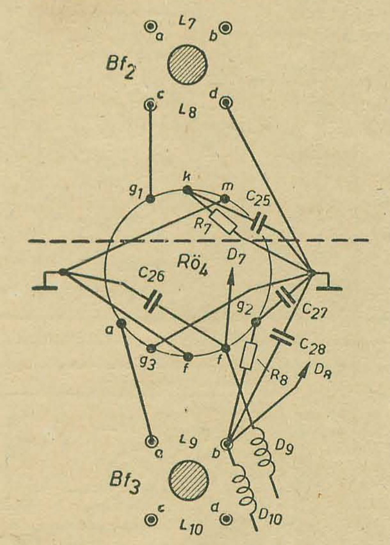


Bild 7: 2. ZF-Verstärkerstufe mit Anordnung der Bauelemente

Zusammenstellung der verwendeten Einzelteile

Teil	Benennung	Größe	Bemerkung
$Rö_1$	EF 80		$Rö_1$ bis $Rö_{10}$ mit Fassung
$Rö_2$	EF 80		
$Rö_3$	EF 14		
$Rö_4$	EF 14		
$Rö_5$	EF 14		
$Rö_6$	6 H 6		
$Rö_7$	EF 12		
$Rö_8$	AZ 11		
$Rö_9$	Glättungsröhre GR 150 DA		Pressler, Leipzig
$Rö_{10}$	Signalglimmlampe 220 V		
R_1	Schichtwiderstand	0,2 MΩ, 0,25 W	
R_2	Schichtwiderstand	300 Ω, 0,25 W	
R_3	Schichtwiderstand	2 kΩ, 0,25 W	
R_4	Schichtwiderstand	0,2 MΩ, 0,25 W	
R_5	Schichtwiderstand	300 Ω, 0,25 W	
R_6	Schichtwiderstand	30 kΩ, 0,5 W	
R_7	Schichtwiderstand	300 Ω, 0,25 W	
R_8	Schichtwiderstand	30 kΩ, 0,5 W	
R_9	Schichtwiderstand	0,2 MΩ, 0,25 W	
R_{10}	Schichtwiderstand	0,2 MΩ, 0,5 W	
R_{11}	Schichtwiderstand	100 Ω, 0,25 W	
R_{12}	Schichtwiderstand	10 kΩ, 0,25 W	
R_{13}	Schichtwiderstand	10 kΩ, 0,25 W	
R_{14}	Schichtwiderstand	50 kΩ, 0,25 W	
R_{15}	Schichtwiderstand	50 kΩ, 0,25 W	
R_{16}	Schichtwiderstand	1 kΩ, 0,25 W	
R_{17}	Schichtwiderstand	20 kΩ, 0,5 W	
R_{18}	Schichtwiderstand	0,3 MΩ, 0,25 W	
R_{19}	Drahtwiderstand mit Abgriff	2,6 kΩ, 15 W	
R_{20}	Schichtwiderstand	7 kΩ, 2 W	
R_{21}	Schichtwiderstand	1 MΩ, 0,25 W	
P_1	Potentiometer	0,5 MΩ, pos. log.	
C_1	Keramikkondensator	50 pF	
C_2	Sikatropkondensator	500 pF, 250 V	„d"-Ausführung
C_3	Sikatropkondensator	2,5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_4	Sikatropkondensator	500 pF, 250 V	„d"-Ausführung
C_5	Sikatropkondensator	500 pF, 250 V	„d"-Ausführung
C_7	Trimmer	Ko 2512, 4 bis 14 pF	
C_8	Keramikkondensator	50 pF	
C_9	Trimmer	Ko 2512, 4 bis 14 pF	
C_{11}	Keramikkondensator	50 pF	
C_{12}	Trimmer	Ko 2509, 1,5 bis 7,5 pF	
C_{13}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{14}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{15}	Sikatropkondensator	2,5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{16}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{17}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{18}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{19}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{20}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{21}	Sikatropkondensator	2,5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{22}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{23}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{24}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{25}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{26}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{27}	Sikatropkondensator	2,5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{28}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{29}	Keramikkondensator	30 pF	

Teil	Benennung	Größe	Bemerkung
C_{30}	Keramikkondensator	30 pF	
C_{31}	Keramikkondensator	100 pF	
C_{32}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{33}	Sikatropkondensator	2,5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{34}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{35}	Sikatropkondensator	5 nF, 250 V	„d"-Ausführung
C_{36}	Keramikkondensator	10 pF	
C_{37}	Keramikkondensator	30 pF	Tempa S
C_{38}	Keramik- oder Sikatropkondensator	250 pF	
C_{39}	Keramik- oder Sikatropkondensator	250 pF	
C_{40}	Elektrolytkondensator	8 μF, 160/175 V	
C_{41}	Keramikkondensator	300 pF	
C_{42}	Sikatropkondensator	1 nF, 110 V	
C_{43}	Sikatropkondensator	50 nF, 110 V	
C_{44}	Elektrolytkondensator	50 μF, 6/8 V	
C_{45}	Sikatropkondensator	0,1 μF, 250 V	
C_{46}	Elektrolytkondensator	16 μF, 500/550 V	
C_{47}	Elektrolytkondensator	16 μF, 500/550 V	
C_{48}	Elektrolytkondensator	16 μF, 500/550 V	
C_6 C_{10}	Zweifachdoppelstatordrehkondensator	2 × 3,4 bis 12 pF	Elektra OHG, Schalkau
Si_1	Sicherung	0,5 A	5 × 20
Si_2	Sicherung	0,1 A	5 × 20
I_1	Drehspulmeßwerk	± 100 μA	
L_1, L_2	1 Stiefelkörper 1 HF-Eisenkern (Kurzwelle)	8,5 ∅ × 32 7 × 1	wickeln. Tab. 1 VEB Werk f. Bauelemente, Teltow
Bf_1 bis Bf_4	4 Bandfilterkörper 4 Abschirmbecher aus Aluminium	8,5 ∅ × 70 ≈ 40 ∅ × 70	wickeln nach Tabelle 1
(L_5 bis L_{13})	8 HF-Eisenkerne (Kurzwelle)	7 × 1	VEB Werk f. Bauelemente, Teltow, wickeln. Tab. 1
D_1 bis D_{12}	HF-Drosseln		wickeln nach Tabelle 1
D_{13}	Siebdrossel M 42/15 0,5 mm Luftspalt	Dyn. Blech IV M 42 × 0,35 0,5 DIN 41302	wickeln nach Tabelle 1
Netztrafo	M 102/35 ohne Luftspalt	Dyn. Blech IV M 102 × 0,5 DIN 41302	wickeln nach Tabelle 1
S_1	Einbaukippschalter	1 polig	

1 Doppelbuchse,
2 Doppelklemmen,
2 Sicherungselemente,
1 Skalenrad,
1 Seilrolle,
2 Zugfedern für Skalenantrieb,
2 Bedienungsknöpfe,
7 Isolierdurchführungen (Gummi),
2 Isolierdurchführungen (Trolitul),

Aluminiumblech 2,5 bis 3 mm stark,
Flachstahl 10 × 2 (für Befestigungswinkel und Skalenantrieb),
Rundmessing oder Rundstahl 6 ∅,
Schrauben, Muttern, Hohlniete, Lötösen, Glas, Skalenseil, Trolitullack, Schaltdraht, Abschirmleitung, CuL-Draht.

Abgleich

Zunächst ist mit Hilfe des Widerstandes R_{19} eine Spannung von 250 V am Siebkondensator C_{48} einzustellen. Danach wird ein möglichst empfindliches Drehspulmeßwerk (100 bis 400 μA) über einen Vorwiderstand von ≈ 0,1 MΩ oder ein hochohmiges Voltmeter an den Kondensator C_{40} angeschlossen. Noch besser läßt sich ein Röhrenvoltmeter verwenden, das dann je nach verlangter Polarität an R_{12} oder R_{13} zu schalten ist. An den NF-Ausgang wird zur Kontrolle ein NF-Verstärker mit Lautsprecher angeschlossen. Auf das Steuergitter der Röhre 5 gibt man jetzt eine amplitudenmodulierte Frequenz von 10,7 MHz mit möglichst kleiner Spannung und gleicht L_{11} auf größten Ausschlag ab, nachdem vorher der Kern von L_{12} herausgedreht wurde. Dann wird der Prüfsender an das Steuergitter von Röhre 4 gelegt und das Bandfilter 3 abgeglichen. Wegen der leicht überkritischen Kopplung ist eine Verstimmung des zweiten Bandfilterkreises beim Abgleich des ersten und umgekehrt mit einer Reihenschaltung von 2,5 nF und 5 kΩ notwendig. Falls bei zu starken Prüfsenderamplituden oder zu unempfindlichen Meßwerken infolge einsetzender Begrenzung durch Röhre 5 jetzt kein scharfes Maximum mehr erzielt werden kann, empfiehlt es sich, den Gitterstrom der Begrenzerstufe am erdseitigen Anschluß von R_9 oder auch den Schirmgitterstrom zu messen und in der Folge hiernach abzugleichen.

Der Bandfilterabgleich ist in der beschriebenen Weise mit wechselseitiger Verstimmung fortzusetzen. Bei einer Selbsterregung des ZF-Verstärkers (erkennbar an dem starken Ausschlag des angeschlossenen Meßwerks und an quietschenden Tönen im Lautsprecher) sind einzelne Bandfilterkreise in der im Bild 3 gestrichelt angedeuteten Weise mit $^1/_4$-W-Widerständen von 50 bis 15 kΩ zu bedämpfen. Im Endzustand muß der ZF-Verstärker vollkommen stabil sein. Beim Eindrehen der Kerne — das sei ausdrücklich bemerkt — ist in allen Fällen das erste Maximum zu wählen. Zum Schluß wird L_{12} auf Ausschlag 0 an I_1 abgeglichen, wobei zugleich im Lautsprecher Tonminimum eintritt. Kann der Prüfsender feinverstimmt werden, so müssen gleiche Verstimmungen nach beiden Seiten auch gleiche, aber entgegengesetzte Zeigerausschläge an I_1 ergeben.

Nach Entfernen des Prüfsenders muß ein starkes Rauschen im Lautsprecher zu hören sein. Da in den seltensten Fällen ein Prüfsender für 87 bis 100 MHz zur Verfügung stehen dürfte, wird an den Empfängereingang ein Dipol angeschlossen, der vorher in die Hauptempfangsrichtung gedreht wurde, und der Abstimmdrehkondensator C_6, C_{10} durchgedreht. Jeder Sender deutet sich durch Rausch-

rückgang und Ausschlag des Zeigers von I_1 an. Das Instrument wird so gepolt, daß bei Fehlabstimmung nach höheren Frequenzen hin der Zeiger nach links ausschlägt und umgekehrt. Beim Durchdrehen der Abstimmung korrespondieren also Skalenzeiger und Meßwerkzeiger in ihrer Bewegung.

Der Bereich von 87 bis 100 MHz wird nach dem Empfang verschiedener Sender justiert, wobei ein Zusammendrücken der Spulen L_4 bzw. L_3 die Selbstinduktion erhöht, ein Auseinanderziehen der Windungen das Gegenteil bewirkt. Für die Feststellung der Selbstinduktionsänderung kann ein Abgleichwerkzeug aus Isolierstoff mit einem Aluminiumstift an dem einen und einem Stift aus HF-Eisen am anderen Ende gute Dienste leisten. Mit Hilfe des Trimmers C_{12} läßt sich der Oszillator so symmetrieren, daß die Oszillatorspannung am Mittelabgriff von L_4 ein Minimum erreicht. Ist für das Einstellen der Symmetrie kein empfindliches Röhrenvoltmeter für diesen Frequenzbereich vorhanden, mit dem man die Störstrahlung an den Antennenbuchsen messen kann, so gelingt der Nachweis notfalls mit einem zweiten UKW-Empfänger, der auf die Oszillatorfrequenz des abzugleichenden Empfängers abgestimmt wird.

Der Gleichlauf der beiden durchstimmbaren Kreise wird in bekannter Weise durch abwechselnden L- und C-Abgleich hergestellt. Schließlich wird L_2 in Bandmitte auf Maximum getrimmt. Weitere Anweisungen für den UKW-Empfängerabgleich ohne FM-Prüfsender findet man in der Fachliteratur [z. B. 9, 10].

Abschließend wird die Empfängerskala nach bekannten Sendern in MHz geeicht; es ergibt sich eine gut frequenzlineare Teilung. Die untere Skala ist zur Aufnahme von Sendernamen gedacht.

Der Temperaturgang des Empfängers ist sehr gering und macht sich nur während der ersten fünf Minuten nach dem Einschalten bemerkbar.

Empfangsergebnisse

Die Leistungsfähigkeit des Empfängers wird durch folgende, bei normalen Ausbreitungsbedingungen durchgeführte Versuche erläutert. (Senderangaben siehe Tabelle 2.):

Tabelle 2

Sender	Entfernung in km	Strahlungsleistung in kW	Höhe über NN in m
A	36	≈ 3	1150
B	53	≈ 30	350
C	110	90	885
D	53	2,5	350
E	115	≈ 3	925
F	116	46	125
G	167	≈ 20	190

Bemerkungen zu C und E: Auf der Verbindungslinie zwischen Sender und Empfänger liegt in einem Abstand von 8 km vom Empfänger ein 25 km tiefer Gebirgszug mit Höhen von ≈ 600 m über NN.

1. Versuch

Empfangsort: 120 m über NN[1]), 2,50 m über dem Erdboden, in einem massiven Gebäude;

Antenne: Behelfsantenne aus zwei je ≈ 750 mm langen Litzen;

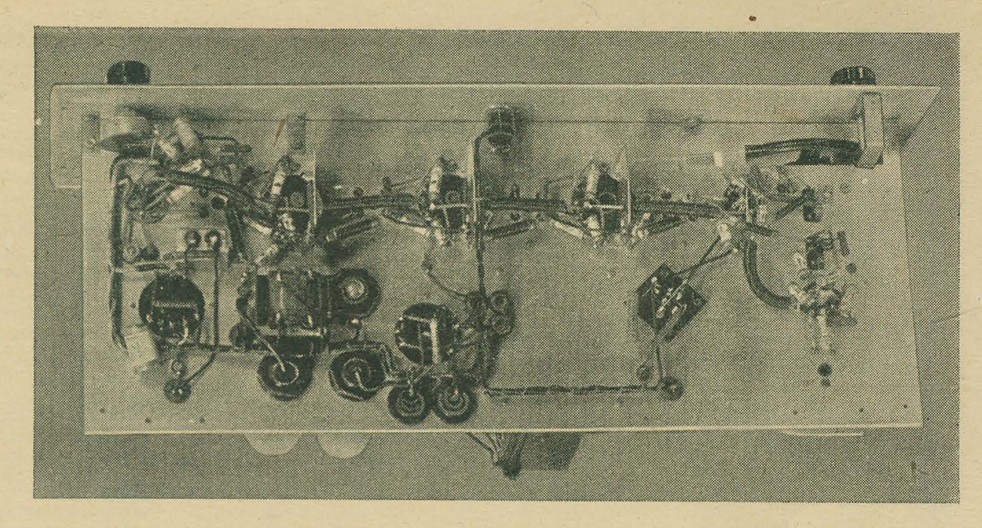


Bild 8: Unteransicht des fertig verdrahteten Empfängers

Ergebnis: Sender A: Rauschabstand > 50 db, sehr guter Empfang; Sender C: Rauschabstand ≈ 40 db, guter Empfang; Sender B und E: Rauschabstand ≈ 20 db, brauchbarer Empfang.

2. Versuch

Empfangsort: wie 1. Versuch;

Antenne: Behelfsdipol aus 300-Ω-Bandleitung im Gebäude, unmittelbar am Empfänger;

Ergebnis: Sender A: Rauschabstand > 60 db, sehr guter Empfang; Sender B, C und E: Rauschabstand ≈ 45 db, guter Empfang; Sender G: Rauschabstand ≈ 30 db, brauchbarer Empfang; Sender D und F: Rauschabstand ≈ 20 db, brauchbarer Empfang.

3. Versuch

Empfangsort: wie 1. Versuch;

Antenne: Faltdipol, 18 m über Grund, 2,50 m über Dach;

Ergebnis: Sender A bis E und G: Rauschabstand > 60 db, sehr guter Empfang; Sender F: Rauschabstand ≈ 40 db, guter Empfang. Außerdem fallen verschiedene Sender mit Rauschabständen < 40 db ein.

Literatur

[1] C. Möller, FM-Demodulatoren, Funk-Technik 4. Jg. (1949) Heft 11, S. 320, 321.

[2] A. Hüttel, UKW-Vorsatzgeräte, Nachrichtentechnik 1. Jg. (1951) Heft 3, S. 78 bis 82.

[3] A. Raschkowitsch, Phasenwinkelmodulation, Leipzig 1952, Fachbuchverlag GmbH.

[4] R. Braun und H. Kolbe, Die Ultrakurzwellentechnik, Leipzig 1952, Fachbuchverlag GmbH.

[5] K.-A. Springstein, Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Empfängerpraxis, Leipzig 1953, Fachbuchverlag GmbH.

[6] W. Hasselbeck, Einige Regeln für den Aufbau von Zwischenfrequenzverstärkern, Funk und Ton Band 6 (1952) Heft 1, Seiten 1 bis 7.

[7] J. Schmidt, Abschirmung und Erdung bei Hochfrequenzgeräten, Nachrichtentechnik 2. Jg. (1952) Heft 12, S. 378 bis 382.

[8] H. Eichholz, Universal-UKW-Superhet für AM, FM und Fernsehen, Funk-Technik 7. Jg. (1952) Heft 22, S. 614 bis 617.

[9] —, Zum Abgleich von FM-Empfängern, Funk-Technik 5. Jg. (1950) Heft 13, S. 398, 399.

[10] H. Sutaner, AM/FM-6-(9)-Kreis-Wechselstromsuper SW 154, Deutsche Funk-Technik 3. Jg. (1954) Heft 2, S. 48 bis 52.

[1]) Amtliche Abkürzung für Normalnullpunkt (Ausgangspunkt f. geodätische Höhenangaben).

Mikrofonwinden

Von der Firma EMT in Lahr (Baden) wird eine interessante Windenanlage hergestellt, die es gestattet, sehr schnell und unauffällig die für die Aufnahme größerer Klangkörper in Rundfunkaufnahmeräumen notwendigen Mikrofone an den günstigsten Aufnahmeort zu „fahren". Besonders bei öffentlichen Aufführungen im Studio wirkt es sehr störend und lenkt die Aufmerksamkeit der Besucher ab, wenn Saaldiener die Mikrofone von einer Stelle zur anderen transportieren.

Durch die neue Windenanlage kann der Platzwechsel eines oder mehrerer Mikrofone fast unauffällig durch Fernbedienung aus dem Regieraum erfolgen. Oberhalb der Saaldecke stehen an den Eckpunkten eines im allgemeinen gleichseitigen Dreiecks drei Winden. Durch Löcher in der Decke führen von jeder Winde Seile nach unten, die am Aufhängepunkt des Mikrofons zusammentreffen. Sind alle Seile gleich lang, so hängt das Mikrofon (bzw. die Mikrofone) genau in der Mitte des Dreiecks. Beim Aufwinden eines Seiles bewegt sich der Aufhängepunkt horizontal und vertikal in Richtung auf diese Winde zu. Werden alle drei Winden gleichzeitig und im gleichen Sinne betätigt, hebt bzw. senkt sich das Mikrofon nur. Es besteht auch die Möglichkeit, nur zwei Winden laufen zu lassen, dann bewegt sich der Aufhängepunkt auf einer Mittelsenkrechten zu einer Dreieckseite. Der Schaltkasten zu den Winden befindet sich im Regieraum, damit ist dem aussteuernden Toningenieur die Möglichkeit gegeben, schnell und unauffällig die für den betreffenden Klangkörper günstigste Mikrofonstellung herbeizuführen.

Soll in einer Pause das Mikrofon ausgewechselt werden, so fahren durch Drücken eines Knopfes alle Winden gleichzeitig bis zur tiefsten Endstellung. Das Mikrofon hängt nun so tief, daß es vom Boden bequem erreichbar ist. Durch Drücken eines zweiten Knopfes fahren die Winden wieder in die Ausgangsstellung zurück. *-tue-*

Ein moderner Dezimeterwellenmeßplatz

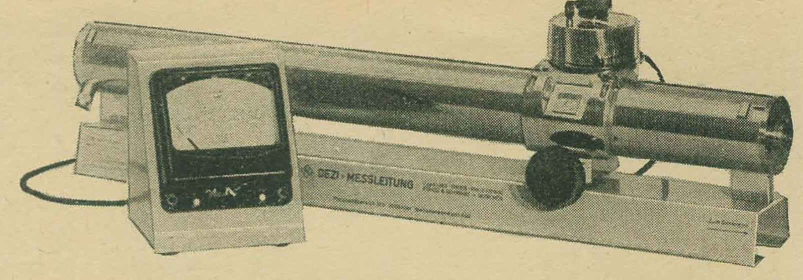


Bild 1: Dezimeterwellenmeßleitung Typ LMD

Von der Firma ROHDE & SCHWARZ, München, werden ständig neue Meßeinrichtungen für Messungen im Dezimeterwellengebiet entwickelt. Die im folgenden beschriebenen Präzisionsmeßgeräte aus dem Fabrikationsprogramm des Werkes bilden die Grundlage einer Dezimeterwellenmeßgeräteausrüstung.

Dezimetermeßleitung Typ LMD

Das einfachste Meßgerät zur Bestimmung von komplexen Widerständen im Dezimeterwellengebiet ist die Meßleitung. Sie stellt im Prinzip ein Widerstandsnormal dar, dessen Widerstandswert von den geometrischen Abmessungen des Leitungsquerschnittes bestimmt wird. Bei Anwendung geeigneter Meßverfahren kann die Meßleitung auch für Dämpfungsmessungen an Vierpolen verwendet werden.

Die Dezimeßleitung Typ LMD für das Frequenzgebiet von 300 bis 3000 MHz bzw. 100 bis 10 cm ist etwa 60 cm lang und als koaxiale Rohrleitung mit geschlitztem Außenleiter aufgebaut (Bild 1), wobei der Innendurchmesser des Außenleiters 42,00 mm beträgt. Bei einem Wellenwiderstand der Leitung von 60 Ω entspricht dies einem Innenleiter von 15,44 mm Ø.

Durch den verhältnismäßig großen Leitungsquerschnitt ist ein genauer und stabiler Aufbau der Dezimeßleitung gewährleistet. Insbesondere muß der Abstand zwischen Außen- und Innenleiter entlang der Leitung auf Bruchteile eines Millimeters konstant bleiben. Neben einer sorgfältigen mechanischen Bearbeitung der beiden Leiter mit einer Toleranz von etwa ±0,01 mm muß auch darauf geachtet werden, daß der Innenleiter nicht durchhängt. Dies wird durch Wahl eines genügend großen Leiterquerschnittes und die Verwendung von Trolitulstützen erreicht. Für den Anschluß des Senders und des Meßobjekts ist die Meßleitung an beiden Seiten mit je einem R & S-Normquerschnitt 21,00/7,72 mm versehen. Die Oberflächen der stromführenden Leiter sind gut versilbert, alle übrigen Teile vernickelt.

Technische Daten

Meßbereich:	300 bis 3000 MHz 100 bis 10 cm
Wellenwiderstand:	60 Ω ± 0,3 Ω
Elektrische Meßlänge:	540 mm
Maximale Abweichung des Amplitudenverhältnisses U_{max}/U_{min} bei Abschluß mit dem Wellenwiderstand (Meßungenauigkeit):	< 0,02
Fehlergrenzen der Längenmessung mit dem Nonius:	± 0,1 mm
Knotenverschiebungsfehler:	0,2 mm (bis 2000 MHz) 0,3 mm (bis 3000 MHz)
Sondenankopplung:	kapazitiv
Gleichrichtung:	Siliziumkristall 1 N 21 oder 1 N 22
Bedarf an Speisespannung bei Abschluß mit dem Wellenwiderstand:	≈ 2 V
Abmessungen:	65 Ø × 620 mm
Gewicht:	etwa 6 kg

Der Querschnittübergang und die Abstützung des Innenleiters verursachen einen Meßfehler, der bei hohen Frequenzen zunimmt. Um ihn zu vermeiden, ist das Leitungsende zum Meßobjekt hin mit einer Kompensationseinrichtung ausgerüstet. Sie besteht aus einem Kalitstäbchen, das mit einem am Querschnittsübergang befestigten und für 1000, 2000 und 3000 MHz geeichten Mikrometertrieb ins Innere der Meßleitung bewegt wird und eine Kapazitätsänderung zur Folge hat. Diese gleicht den Fehler von Stütze und Übergang weitgehend aus, so daß die Meßungenauigkeit bei 2400 MHz nur noch 1 bis 2% beträgt.

Zur Anzeige der Maxima und Minima entlang der Leitung wird das Feld im Innern durch den geschlitzten Außenleiter mit einer kapazitiven Sonde abgetastet. Die ausgekoppelte HF-Energie wird einem abstimmbaren Parallelschwingungskreis (aufgewickelte λ/4-Leitung) zugeführt, durch ein Siliziumkristall gleichgerichtet und von einem Drehspulmeßgerät angezeigt. Die Skala des Anzeigeinstrumentes ist in Spannungsverhältnissen geeicht, und zwar sowohl für $m = U_{max}/U_{min}$ als auch für $m = U_{min}/U_{max}$, da die verschiedenen Leitungsdiagramme für die Auswertung der Meßergebnisse das Amplitudenverhältnis m nicht einheitlich festsetzen. Die Sonde, deren Eintauchtiefe in weiten Grenzen veränderbar ist, wird auf einem längs der Leitung verschiebbaren Schlitten befestigt und mit dem Abstimmsystem und dem Siliziumkristall zu einer Einheit zusammengebaut. Ein flexibles Kabel stellt die Verbindung mit dem Anzeigeinstrument her.

Die Längenablesung erfolgt an einer in geringen Grenzen verstellbaren Millimeterskala mit Nonius.

Reaktanzleitung

Die Reaktanzleitung ist eine homogene, koaxiale, gerade und einseitig kurzgeschlossene Leitung stetig veränderbarer Länge. Sie wird in Verbindung mit der

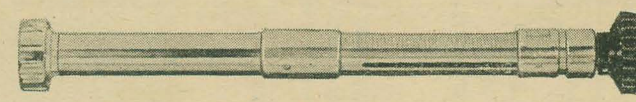


Bild 2: Reaktanzleitung

Meßleitung zur Herstellung definierter Blindwiderstände bei Vierpolmessungen oder als Widerstandsnormal beim Eichen der Meßleitung verwendet.

Die elektrische Länge (λ/2) der im Bild 2 dargestellten Reaktanzleitung beträgt 110 mm. Sie ist daher für Messungen bei hohen Betriebsfrequenzen von 1500 MHz aufwärts bestimmt. Bei 300 MHz beträgt die elektrische Länge 50 cm, was eine Aufbaulänge von etwa 1,2 m bedingt. Die ganze Leitung ist aus gezogenem Messingrohr 26 × 2,5 mm hergestellt und mit dem Normquerschnitt 21,00/7,72 mm versehen.

Zur Vermeidung des Stützenfehlers ist der Innenleiter am Meßanschluß freitragend. Eine Abstützung erfolgt an der Antriebsseite und durch den Kurzschlußkolben. Der freitragende Innenleiter wird beim Anschluß im Meßaufbau durch einen stirnseitigen Zapfen und eine entsprechende Bohrung in der Gegenkupplung zentriert. Er ist in der Längsrichtung gefedert und stellt so den Kontakt an der Stirnfläche des Innenleiters einwandfrei her. Die Verbindung der Außenleiter erfolgt ebenfalls an der Stirnseite durch einen Kupplungsüberwurf.

Die Längenverstellung wird durch eine Spindel mit Drehknopfantrieb vorgenommen. Um die Länge bequemer ablesen zu können, sind zwei gegenläufig bezifferte Millimeterteilungen mit Noniusablesung vorhanden.

Technische Daten

Wellenwiderstand:	60 Ω ± 0,12 Ω
Ableseungenauigkeit mit dem Nonius:	± 0,05 mm
Veränderliche Länge:	a) 100 mm b) 500 mm
Verwendungsbereich:	a) 1500 bis 3500 MHz b) 300 bis 3500 MHz
Abmessungen:	a) 370 mm b) 1170 mm
Gewicht:	a) 1,2 kg b) 2,7 kg

Dezimeterwellenmeßsender Typ SDR

Für die Speisung der Meßleitung wurde der Meßsender Typ SDR mit einem stetig regelbaren HF-Ausgang von 1 µV bis 4 V bei einem Innenwiderstand $R_i = 60\ \Omega$ entwickelt. Er arbeitet als einstufiger Scheibentriodensender mit der EC 55 (Philips) in Gitterbasisschaltung und umschaltbaren Leitungskreisen. Die Rückkopplung erfolgt kapazitiv von der Anode zur Katode. Das Triodengitter ist kapazitiv geerdet (Bild 4). Die ganze Oszillatorstufe ist in einem dickwandigen Leichtmetallgehäuse untergebracht und mit einem aufschraubbaren Deckel hochfrequenzdicht verschlossen. Alle hochfrequenzführenden Teile sind versilbert. In

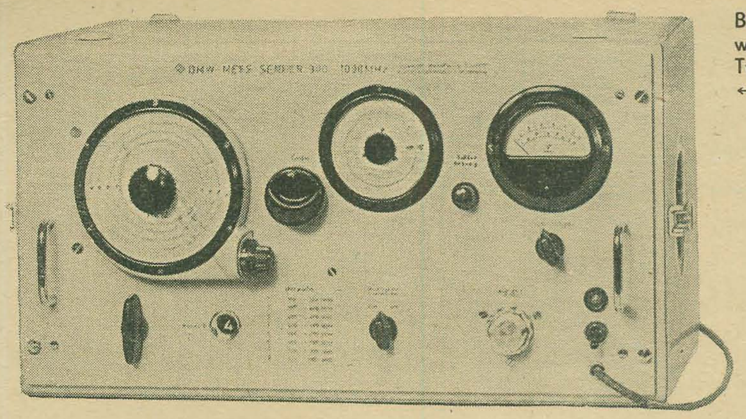


Bild 3: Dezimeterwellenmeßsender Typ SDR ←

die Gleichstromzuführungen sind mehrgliedrige Drosselketten eingeschaltet, so daß über den Stromversorgungsteil nur eine minimale Abstrahlung erfolgen kann. Die elektronisch stabilisierte Anoden- und Heizspannung des Oszillators ist für seine Frequenzstabilität mit ausschlaggebend, so daß bei Netzspannungsschwankungen von ± 10% keine meßbaren Frequenzänderungen auftreten. Der Frequenzbereich von 300 bis 1000 MHz ist achtfach unterteilt. Innerhalb der einzelnen Bereiche erfolgt die Abstimmung durch Spezialdrehkondensatoren mit Zahnradantrieb.

Die HF-Energie wird durch einen kapazitiven Rohrteiler aus dem Oszillatoranodenkreis ausgekoppelt und dem Ausgang über ein Kabel zugeführt. Als Innenwiderstand sind dem Ausgang 60 Ω vorgeschaltet. Die HF-Spannung wird mit einem Kristalldiodenvoltmeter gemessen, das in drei Meßbereichen (0,7; 2 und 7 V) eine genaue Messung der Spannungen von 0,4 bis 7 V ermöglicht.

Kleinere Ausgangsspannungen, wie sie zum Beispiel für Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern benötigt werden, sind mit Hilfe der Teilerskala ablesbar. Die Eichung ist in Volt und Dezibel (bezogen auf 1 mW an 60 Ω) angegeben (Bild 3).

Für die Frequenzeinstellung wird der vielfach bewährte R & S-Feintrieb verwendet, der wegen seiner großen Einstell- und Ablesegenauigkeit den Einsatz des Meßsenders zur punktweisen Aufnahme von Selektionskurven gestattet.

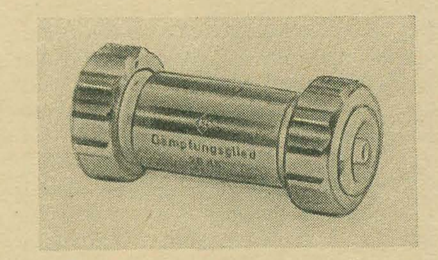
Die Modulation des Senders erfolgt durch periodische Unterbrechung der Oszillatoranodenspannung mit Hilfe eines zweistufigen 1000-Hz-Generators. Der konstante Modulationsgrad beträgt somit 100%. Die Modulierbarkeit des Meßsenders hat den Vorteil, daß durch Verwendung von NF-Verstärkern die Messungen mit der Meßleitung viel genauer als mit einfachen Detektorsonden durchgeführt werden können. Auch für die meisten Empfängermessungen reicht die Rechteckmodulation aus.

Mit Meßsendern ähnlicher Bauart werden auch die höheren Betriebsfrequenzen (bis 3000 MHz) erzeugt.

Technische Daten

Frequenzbereich:	300 bis 1000 MHz (8fach unterteilt)
Fehlergrenzen der eingestellten Frequenz:	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Frequenzinkonstanz innerhalb 15 Minuten (im eingelaufenen Zustand):	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Einfluß der Veränderung der Ausgangsspannung auf die Frequenz:	$< 3 \cdot 10^{-3}$
Kleinste ablesbare Frequenzvariation:	10^{-4}
Ausgangsspannung:	1 µV bis 4 V (EMK) stetig regelbar
Innenwiderstand:	60 Ω (Welligkeit $m \leqq 1{,}06$)
Spannungsanzeige über 0,4 V	durch Zeigerinstrument (in drei Bereichen)
unter 0,4 V	durch geeichten Teiler und Instrument
Fehlergrenzen des Spannungsmessers:	± 10 %
Teilereichung:	a) 0,4 V bis 1 µV (EMK) b) 0 bis 120 db (bezogen auf 1 mW an 60 Ω)
Fehlergrenzen des am Teiler eingestellten db-Betrages:	± 0,5 db
Modulation:	AM 1000 Hz Rechteck (10 µs Flankensteilheit, Modulationsgrad 100 %)
Brummodulationsgrad:	≦ 1‰
Netzanschluß:	110/125/150/220 V ± 10 % 40 bis 60 Hz (90 VA)
Abmessungen:	305 × 560 × 378 mm
Gewicht:	35 kg

Bild 5: → Dämpfungsglied



Dämpfungsglied

Dämpfungsglieder werden häufig in den Leitungszug eingeschaltet, um den Spannungs- bzw. Leistungspegel auf einen ganz bestimmten Betrag zu reduzieren. Dazu können auch mehrere Glieder verschiedener Dämpfungsbeträge hintereinander geschaltet werden. Sie ersetzen also weitgehend die veränderbare Eichleitung und gehören daher zu den Grundelementen der Dezimeterwellenmeßtechnik.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht darin, die Dämpfungsglieder als „Puffer" zwischen Stromquelle und Verbraucher zu schalten. Die damit verbundene Rückwirkungsminderung, die bereits bei 10 db Leistungsdämpfung erzielt wird, kann unter Umständen zur Anpassung von Generatorinnenwiderstand oder Verbraucherwiderstand an den Wellenwiderstand der Meßanordnung ausgenutzt werden.

Die Dämpfungsglieder bestehen aus drei Kohleschichtwiderständen auf Kalitstäbchen in T- oder Π-Schaltung. Sie sind durch besondere Konstruktionsmaßnahmen weitgehend frequenzunabhängig und haben einen Wellenwiderstand von 60 Ω ± 3% im Frequenzbereich von 0 bis 4000 MHz bei einer Belastbarkeit von 0,5 bis 1 W.

Leitungsverbindungen

Meßanordnungen im Dezimeterwellengebiet erfordern bekanntlich einen großen mechanischen Aufwand, den man jedoch

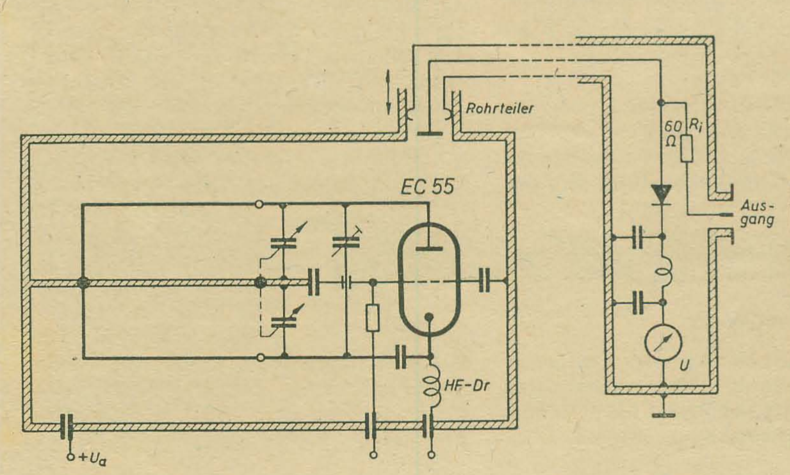
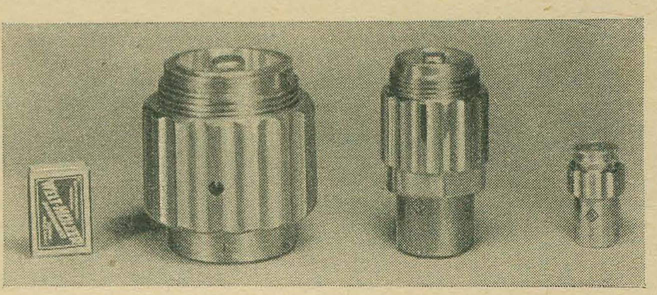


Bild 4: Prinzipschaltbild des Dezimeterwellenmeßsenders Typ SDR ←

Bild 6: Koaxiale Leitungsverbindungen von rechts nach links Dezifix B, C und D ↓



durch konsequente Vereinheitlichung der häufig benutzten Bauteile in finanziell erträglichen Grenzen halten kann. Aus diesem Grund hat die Firma ROHDE & SCHWARZ nur eine sehr begrenzte Zahl von Leitungsverbindungen herausgebracht (Bild 6).

Das Grundelement, mit dem alle Meßeinrichtungen ausgerüstet sind, ist die Dezifixkupplung B (im Bild 6 ganz rechts). Sie stellt eine koaxiale Leitungsverbindung mit dem bereits mehrmals erwähnten Normquerschnitt 21,00/7,72 mm dar.

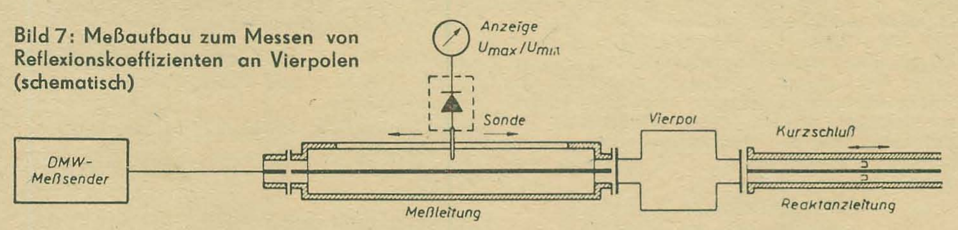


Bild 7: Meßaufbau zum Messen von Reflexionskoeffizienten an Vierpolen (schematisch)

Für größere Leistungen oder bei sehr ausgedehnten Meßanordnungen für längere Dezimeterwellen (300 MHz) verwendet man die stabilere Dezifixkupplung C mit dem Leiterquerschnitt 38/14 mm und die Dezifixkupplung D, deren Querschnitt 60/22 mm beträgt. Der Übergang von einem Leitungsquerschnitt auf den anderen erfolgt über reflexionsarme Übergangsstücke. Alle haben den genormten Wellenwiderstand von 60 Ω[1]).

Die Dezifixkupplung besteht aus einem Außenleiterendstück und einem längsgefederten Innenleiterendstück, das durch eine Isolierstütze aus Trolitul ($\varepsilon = 2{,}4$) im koaxialen Rohrsystem befestigt ist. Kalit ($\varepsilon = 6{,}5$) ist für Frequenzen oberhalb 300 MHz praktisch unbrauchbar und Teflon ($\varepsilon = 2{,}1$) im Verhältnis zu teuer, zumal durch Anwendung einer besonders günstigen Stützenform der Wellenwiderstandsfehler nicht größer als 1,5% bei 2400 MHz ist.

Die Verbindung mit der Gegenkupplung erfolgt durch einen Kupplungsüberwurf. Während die Leitungsverbindungen Dezifix C und D wegen des größeren Leitungsquerschnittes die stabilere Schraubverbindung besitzen, ist die Verbindung der kleineren Dezifixkupplung B nach der Art der Feuerwehrschlauchkupplung die bequemere und rascher lösbare. Die Kontaktgabe erfolgt jeweils auf der Stirnseite der Außen- und Innenleiter, wodurch überall gleichartige Kupplungsteile verwendet werden können und man gleichzeitig die Nachteile der Buchse-Stecker-Verbindung vermeidet, die zur Zusammenschaltung von Geräten immer ein zusätzliches Verbindungsstück benötigt.

Der im Bild 7 dargestellte Meßaufbau zum Messen des Reflexionskoeffizienten bei Vierpolen zeigt die Leitungsverbindung zwischen den einzelnen Meßeinrichtungen. Sender und Meßleitung werden über ein kurzes 60-Ω-Kabel verbunden. Der Anschluß von Meßobjekt und Reaktanzleitung erfolgt unmittelbar durch Anfügen der Kupplungsteile, die durch den Überwurf verschlossen werden. Ra-

Literatur

A. Kraus, Bauelemente und Meßgeräte der Leitungstechnik für Dezimeterwellen, Rohde & Schwarz — Mitteilungen Heft 3/Mai (1953) S. 111 bis 119.

A. Kraus, Meßsender für Dezimeterwellen, Rohde & Schwarz — Mitteilungen Heft 2/ August (1952) S. 45 bis 49.

[1]) Auf Wunsch stehen auch gut entzerrte Übergänge für alle in- und ausländischen Wellenwiderstände und Querschnitte zur Verfügung.

Dr. LAUTER

XI. Generalversammlung der Union Radio-Scientifique Internationale (URSI)

Vom 23. 8. bis 2. 9. 1954 fand in Den Haag die XI. Generalversammlung der URSI statt, an der mehr als 330 Wissenschaftler aus aller Welt teilnahmen. Neben den Vollsitzungen wurden in den folgenden sieben Kommissionen der URSI eine Reihe Arbeitssitzungen durchgeführt.

Kommission I: Meßmethodik und Standardisierung,
Kommission II: Troposphärische Wellenausbreitung,
Kommission III: Ionosphärische Rundfunkwellenausbreitung,
Kommission IV: Atmospherics (Luftstörungen),
Kommission V: Radioastronomie,
Kommission VI: Wellen und Kreise,
Kommission VII: Elektronik.

Diesen Kommissionen lagen über 200 Dokumente über die Tätigkeit der einzelnen Länder und über einzelne Forschungsarbeiten vor. In den Arbeitssitzungen wurde über die neuesten und wichtigsten Forschungsergebnisse berichtet sowie über Empfehlungen für die weitere internationale Arbeit beraten.

In der Wellenausbreitung standen für das UKW-Gebiet die Ausbreitungstheorien innerhalb und außerhalb der theoretischen Sichtweite im Vordergrund. Die experimentelle Nachprüfung der angenommenen Ausbreitungsmechanismen ist wegen des großen Aufwandes und der noch immer für diese Zwecke ungenügenden meteorologischen Meßmethodik ziemlich schwierig. Das gilt besonders für die aktuellen Theorien der Streuprozesse an den atmosphärischen Turbulenzkörpern und den troposphärischen Reflexionen. Umfangreiche Berichte wurden auch über Radarmessungen an Wolken- und Niederschlagselementen und über die Mikrowellenausbreitung vorgelegt.

In der ionosphärischen Ausbreitung wurde in einzelnen Themenkreisen über F 2-Schichtprobleme, die ionosphärische Dämpfung (D-Schicht), Ausbreitung in hohen Breiten und Driftbewegungen (Ionosphärenwinde) berichtet. Besonderes Interesse fanden dabei systematische UKW-Ausbreitungsversuche auf mehreren Frequenzen über die tiefe Ionosphäre, die, mit großem experimentellen Aufwand durchgeführt, eine Fülle von Einzelergebnissen lieferten. Der Einfluß des erdmagnetischen Feldes auf die Aufspaltung der F 2-Signale ließ sich an Hand von Ionosphärenfilmen demonstrieren, die von einer Bordstation bei Flügen zum Pol gemacht wurden. Große Beachtung schenkte man auch einem Bericht über den neuesten Stand der Raketenentwicklung und die Planung zum Erforschen der Hochatmosphäre, nach dem Serienaufstiege und Erdumläufe in nicht allzugroßer Ferne sind. Kleinere Raketen (Typ Deacon) von wenigen Sekunden Brenndauer werden von aufgestiegenen Ballonen abgeschossen und erreichen die untere Ionosphäre. Bisherige Messungen lassen eine Temperaturverteilung mit 270 bis 290° K in 50 km und 200° K in 80 km Höhe als gesichert erscheinen. In 85 km Höhe wurde aus direkten Messungen eine hohe Ionenkonzentration bestimmt (D-Schicht). Desgleichen konnte das Sonnenspektrum bis unter 1300 Å bestimmt werden.

Auf dem Gebiet der Luftstörungen (atmospherics) stand das Problem einer einheitlichen Meßmethodik sowie brauchbarer Maßzahlen für den natürlichen Störpegel im Vordergrund. Daneben interessierten die Formaufnahmen, das heißt die verschiedenen Wellenformen dieser Störungen, ihr Zustandekommen und ihre geographische und zeitliche Verteilung. Ein Sonderproblem stellen dabei die „whistlers" (Pfeifstörungen) dar. Wie an Tonbandaufnahmen demonstriert wurde, zeigen sie eine Art Echoerscheinung, die auf Laufzeiten hinweisen, welche in mehreren Erdradien der Entfernung des erdmagnetischen Ringstroms entsprechen.

Mit ähnlichen interessanten Problemen beschäftigten sich auch die Radioastronomen, denen außerdem die interessanten Forschungsergebnisse über interstellare Wasserstoffstrahlung der niederländischen Wissenschaftler an Ort und Stelle vorgeführt wurden. In allen Kommissionen der Wellenausbreitung hatte man besondere Empfehlungen für das kommende Internationale Geophysikalische Jahr (AGI, 2. Internat. Polarjahr) ausgearbeitet.

Zahlreiche Veranstaltungen und Besichtigungen während der Tagung gaben den Wissenschaftlern Gelegenheit zu persönlichem Kontakt und Aussprachen untereinander, was für eine gelungene Tagung ebenso wichtig ist wie die fachlichen Vorträge. Das niederländische Nationalkomitee hatte die Tagung ausgezeichnet organisiert und vermittelte allen Besuchern darüber hinaus einen tiefen Einblick in die Aufbauarbeiten seines Volkes.

Literaturkritik und Bibliographie

Herausgeber: F. Vilbig und J. Zenneck

Fortschritte der Hochfrequenztechnik

Band 3
Akademische Verlagsgesellschaft
Geest & Portig KG, Leipzig, 1954
718 Seiten, 529 Bilder, DIN C 5,
Halbleinen 49,— DM

Mit dem 3. Band der Fortschritte der Hochfrequenztechnik erschien auf dem Fachbuchmarkt das in Fachkreisen schon lange erwartete Werk. Der Inhalt umfaßt ausführliche Berichte über die Ausbreitungsverhältnisse in den verschiedenen Wellenbereichen, Störungen der Raumwellenausbreitung. Sonne und Ionosphäre, Übersee-Empfangsstationen, Empfängerempfindlichkeit II, Steuerung von Elektronenströmen durch fortschreitende elektromagnetische Wellen, Funkstörungen und Entstörung, Empfängertechnik. über Theorie der Triftröhren, Stromrichter, Rückkopplung. Kippschwingungen, den gegenwärtigen Entwicklungsstand des Radiofernschreibens und der Frequenzmodulation.

Der Wert des Buches liegt vor allen Dingen in der exakten Darstellung, so daß der Techniker wertvolle Anregungen für die Praxis entnehmen kann. Der methodisch und didaktisch ausgezeichnet dargebotene Stoff läßt ohne Zweifel erkennen, daß auch die Herausgeber es gut verstanden haben, ihre reichen Erfahrungen bei der Gestaltung des Fachbuches geltend zu machen. Es ist fast überflüssig, hervorzuheben, daß die an das Werk gestellten Forderungen in idealer Weise erfüllt wurden, obgleich in einigen Veröffentlichungen die neue, zwischen der Fertigstellung des Manuskriptes und der langfristigen Herausgabe des Buches erschienene Literatur unberücksichtigt blieb. Jedem Ingenieur und Techniker kann das von einem Kollektiv international anerkannter Autoren zusammengestellte Werk nur bestens empfohlen werden, da es für ihre Arbeit eine wertvolle Hilfe darstellt. Der vorliegende Band wurde, seiner Bedeutung entsprechend, vom Verlag hervorragend ausgestattet. Hervorzuheben ist das vorbildliche Namen- und Sachregister, insbesondere auch das nach jedem Bericht eingefügte recht umfangreiche Schrifttumsverzeichnis. *Läubrich*

K. B. Masel

Gleichrichter und Spannungsregler

Übersetzung aus dem Russischen
Fachbuchverlag GmbH. Leipzig, 1954
DIN C 5, 100 Seiten, 55 Bilder,
Hlw. DM 5,—

Mit diesem Bändchen wendet sich der Verfasser an den großen Kreis der Radioamateure. In anschaulicher und leicht verständlicher Weise werden Methoden und Schaltungen der Stromversorgung behandelt, wobei, entsprechend der Absicht des Verfassers, das Thema auf die Stromversorgung von Empfängern, Verstärkern, Meßgeräten und kleineren Sendern ausgerichtet ist. In den Abschnitten: die automatische Spannungsregelung, die Gleichrichterschaltungen, die Berechnung des Hochvakuum- und des Selengleichrichters, die Berechnung der Siebketten, die Berechnung der Transformatoren und Drosseln wird jeweils das Wesentliche und Grundsätzliche dargelegt, soweit es für den Amateur wichtig und nützlich ist. Am Schluß des Bändchens wird ein elektronischer Spannungsregler in allen Einzelheiten als Beispiel durchgerechnet. Zahlreiche in den Text eingearbeitete und durchgerechnete Beispiele fördern das Verständnis ebenso wie die übersichtlichen Abbildungen.

Naturgemäß werden bei den einzelnen Schaltelementen (Gleichrichterröhren, Transformatorenkerne, Eisenwasserstoffwiderstände, Glimmstabilisatoren, Verstärkerröhren) die in der UdSSR gebräuchlichen Bezeichnungen angegeben, und in Tabellen sind die entsprechenden technischen Daten zusammengestellt. Damit kann der deutsche Amateur, für den ja die Übersetzung in erster Linie vorgenommen wurde, nur wenig anfangen. Viele unserer Amateure würden es zweifellos begrüßen, wenn sie in derartigen Übersetzungen Anhaltspunkte für das bei uns Bekannte und Geläufige vorfinden (zum Beispiel in Form von Fußnoten und Hinweisen auf äquivalente oder ähnliche deutsche Typen usw.), wodurch ihnen die mühevolle Arbeit des Umrechnens und des Nachschlagens und Vergleichens erspart werden würde. Die hierzu von seiten des Verlages aufzuwendende geringe Mühe wird sicher für alle Interessenten eine willkommene Verbesserung des Gebrauchswertes mit sich bringen.

Von diesem auch in Druck und Aufmachung guten Bändchen wird nicht nur der Radioamateur profitieren, sondern auch jeder, der sich für Fragen der Gleichrichter und Spannungsregler interessiert, wird gut beraten sein. Trotz des knappen Raumes ist eine Fülle von Anregungen und konkreten Hinweisen zusammengetragen worden, deren Studium in der durchweg flüssigen Übersetzung nur bestens empfohlen werden kann. *Springstein*

L. Ratheiser und A. F. Keclik

elektron-Taschenbuch für den Radiopraktiker

„elektron“-Verlag, Linz/D., 2. Auflage
576 Seiten, 10,5 × 14,5 cm

Mit dem „elektron-Taschenbuch“ ist dem Radiopraktiker ein wirkliches Taschenbuch in die Hand gegeben worden. Die Notwendigkeit einer zweiten Auflage deutet allein schon auf die Beliebtheit hin, die es seit seinem Erscheinen gefunden hat. Von einem Taschenbuch erwartet man schlechthin, daß es kurze und verläßliche Antworten auf alle einschlägigen Fragen gibt. Dieser Aufgabe wird das „elektron-Taschenbuch“ vorzüglich gerecht. In ihm ist mit viel Liebe und aus der reichen Erfahrung der Verfasser eine Fülle von Material zusammengetragen worden, so daß der Radiopraktiker wohl nur in den seltensten Fällen nicht befriedigt werden kann. Wer nicht Gelegenheit hatte, dieses Taschenbuch in der Praxis zu erproben, wird es kaum für möglich halten, daß in einem solch verhältnismäßig kleinen Rahmen eine beinahe unübersehbare Fundgrube von Daten, Tabellen, Grafiken, Schaltungen usw. enthalten sein kann. Ob es Grundlagenfragen sind oder ob es sich um die Röhrentechnik handelt oder um Empfängerfragen, um Akustik, Ultraschall, Meßtechnik oder Magnettontechnik usw., nichts wurde vergessen, was dem Praktiker oder dem Studenten bei seiner täglichen Arbeit begegnen könnte. Auch über spezielle Fragen, um nur einige Beispiele zu nennen, wie Quarzoszillatoren, Impedanzröhren, Transistoren, Entstörung usw., wird Auskunft gegeben. Am Schluß des Taschenbuches werden auf über 100 Seiten Erzeugnisse österreichischer und deutscher Firmen mit technischen Daten, Schaltungen und in Abbildungen gebracht. Ein Stichwortverzeichnis erleichtert die Handhabung dieses tadellosen Taschenbuches. *Springstein*

Technikus-Bücherei

Franzis-Verlag, München
Band 1
H. G. Mende, Elektronik und was dahinter steckt
92 Seiten, 57 Abb., DIN A6

Das Wort „Elektronik“ gehört heute zwar zum technischen Sprachschatz, doch sind die Vorstellungen, die einige Techniker oder die der Laie hiermit verknüpft, noch recht unbestimmt. Das mag zum guten Teil daran liegen, daß eine gute, kurze und eindeutige Begriffsbestimmung noch nicht gefunden worden ist. H. G. Mende unterscheidet zwischen einer theoretischen und einer angewandten Elektronik, wobei im Mittelpunkt seiner Betrachtungen das „freie Elektron“ steht. Der Theoretiker studiert das Verhalten und die Gewinnung freier Elektronen, er erforscht außerdem neue Anwendungen. Der Praktiker dagegen arbeitet mit Bauelementen, deren Wirkung auf dem Verhalten freier Elektronen im Raum sowie in elektrisch nichtleitenden oder halbleitenden Stoffen beruht. Er wendet diese Bauelemente vorzugsweise dort an, wo mechanische, energetische, ja sogar psychologische Vorgänge besser und rationeller gestaltet und überwacht werden können, als das bisher möglich war.

Das Buch soll nach den einleitenden Worten seines Verfassers kein Lehrbuch sein, sondern nur einen Überblick über den heutigen Stand der Elektronik bieten.

Die Broschüre wird in hohem Maße dazu beitragen, der Elektronik viele neue, begeisterte Freunde zuzuführen.

Noch blüht die Elektronik mehr im Verborgenen, in den Laboratorien und Fertigungsstätten der Industrie. Sie wird einst zu einem ähnlichen Begriff werden wie der Rundfunk.

Fellbaum

Vektoranalysis von Stanek
Verlag Technik, in Vorbereitung
Für Studenten, Ingenieure

Einführung in die Elementarmathematik für Elektro- und Funkpraktiker von G. Fellbaum
Fachbuchverlag, 195 S., 111 Bilder, Hlw. 6,80 DM
Für Facharbeiter, Fachschüler, Meister, Techniker

Ableitungen und Formeln der Funk- und Fernmeldetechnik von H. W. Fricke
Fachbuchverlag
Band I: Mathematische Grundlagen, 1951, 136 S., 46 Bilder, Hlw. 6,20 DM
Band II: Elementare und symbolische Berechnung der Resonanzkreise, 1952, 201 S., 103 Bilder, Hlw. 7,80 DM
Für Fachschüler, Techniker, Ingenieure

Handbuch der Elektrotechnik von A. Varduhn und W. Nell
Fachbuchverlag
Band I: Grundlagen der Elektrotechnik — Elektrische Maschinen · Transformatoren · Stromrichter · Kondensatoren · Akkumulatoren, 4. Aufl., 367 S., 422 Bilder, Hlw. 7,80 DM
Band II: Schaltanlagen, Meßinstrumente Licht- und Kraftinstallationen · Freileitungen und Kabel · Lichttechnik · Elektrowärme. Sonstige Elektrogeräte, 5. Aufl., 533 S., 525 Bilder, 72 Tabellen, Hlw. 9,80 DM
Für Facharbeiter, Fachschüler, Meister, Techniker, Ingenieure

Fortschritte der Hochspannungstechnik von Schumann-Prinz
Band II, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., 1954, 464 Seiten, 259 Bilder, 32,— DM

Fortschritte der Hochfrequenztechnik von Vilbig-Zenneck
Band III: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., 1954, 718 Seiten 529 Bilder, Hlw. 49,— DM

Der Dispatcher von W. E. Nise, S. A. Dumler u. a.
Verlag Die Wirtschaft, 1953, 138 Seiten, 94 Bilder, br. 2,80 DM

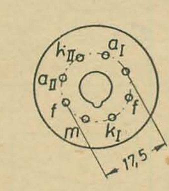
Der Dispatcherdienst in den volkseigenen Betrieben der DDR von A. Beierlein, W. Gellrich, K. Weber, K. Zetzsche
Verlag Die Wirtschaft, 1953, 74 Seiten, 15 Bilder, br. 1,20 DM

Fachkunde für Frequenzmechaniker
Teil I, Verlag Volk und Wissen, 1953, 172 Seiten, 7,55 DM

RÖHRENINFORMATION **6H6**

bearbeitet von Ing. Fritz Kunze

Maximale Kolbenabmessungen ←



Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen →

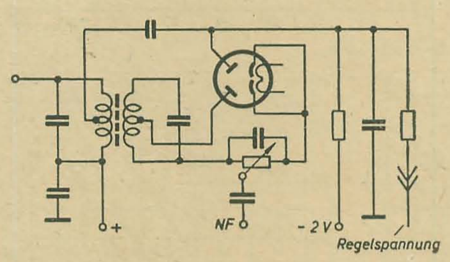
Heizung

Indirekt geheizte Oxydkatode. Wechselstromheizung. Parallelspeisung.

Heizspannung	U_f	6,3 V
Heizstrom	I_f	0,3 A

Betriebswerte als HF-Gleichrichter

siehe Kennlinienfeld.



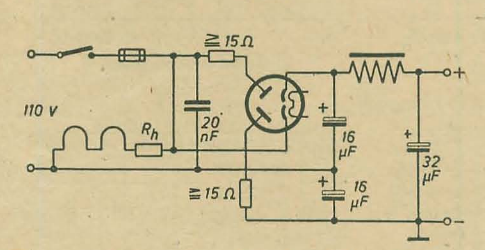
HF-Gleichrichtung und verzögerte Regelspannungserzeugung

Betriebswerte als Einweggleichrichter

Wechselspannung	U_{eff}	150	110	V
Diodengleichstrom je System	$I_{d=max}$	8	8	mA
Vorwiderstand je System	$R_{v\,min}$	40	15	Ω

Betriebswerte als Spannungsverdoppler (Greinacherschaltung)

Wechselspannung	U_{eff}	110...117	V
Diodengleichstrom	$I_{d=max}$	8	mA
Vorwiderstand	$R_{v\,min}$	15	Ω



Spannungsverdopplerschaltung

Grenzwerte

Diodenspannung, Scheitelwert	$\hat{u}_{d\,max}$	210	V
Sperrspannung	$\hat{u}_{sperr\,max}$	420	V
Diodengleichstrom je System	$I_{d=max}$	8	mA
Diodenspitzenstrom je System	$\hat{\imath}_{d\,sp\,max}$	48	mA
Spannung zw. Faden und Katode	$U_{f/k\,max}$	330	V
Diodenstromeinsatz (I_d = 0,3 μA)	U_{de}	—1,3 bis —0,1	V

Kapazitäten (Abschirmung mit Katode verbunden)

Diode I — Katode I	$c_{aI/kI}$	ca.	2,3 pF
Diode II — Katode II	$c_{aII/kII}$	ca.	2,8 pF
Diode I — Diode II	$c_{aI/aII}$	≦	0,1 pF

Verwendung

Gleichrichterröhre (Duodiode) mit getrennten Katoden zur HF- und ZF-Gleichrichtung sowie zur Regelspannungserzeugung. Die 6 H 6 ist besonders für Schaltungen geeignet, bei denen eine vollständige Trennung beider Diodensysteme erforderlich ist, wie Erzeugung der Nachstimmspannung für die automatische Scharfabstimmung, für Verhältnisgleichrichter und andere Formen der Frequenzdemodulation. Hierfür sind die Röhren EAA 91 bzw. die niederohmigen Diodenstrecken der EABC 80 aber besser geeignet.

Die 6 H 6 wird auch zur Netzgleichrichtung in Geräten mit kleinem Strombedarf, wie Röhrenvoltmeter, Brückenschaltungen usw., verwendet, insbesondere in Spannungsverdopplerschaltungen.

Aufbau

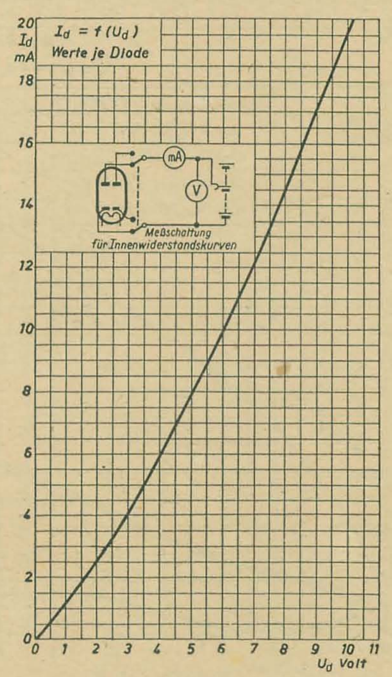
Röhre mit außenmetallisiertem Glaskolben und Oktalsockel. Beide Systeme sind senkrecht auf einem Preßglasteller aufgebaut. Die Metallisierung ist an einen besonderen Stift geführt.

Paralleltypen

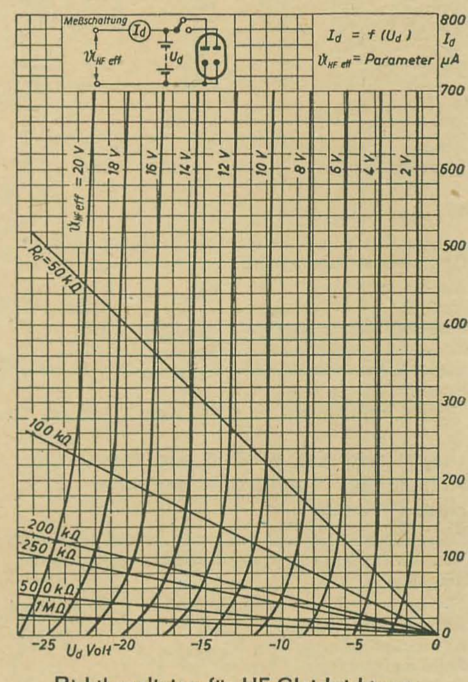
OSW 3109 und HF 3109 sind veraltete Bezeichnungen für die 6 H 6. In der Sowjetunion heißt die 6 H 6 — 6 X 6 M.

Hersteller

VEB Werk für Fernmeldewesen, HV-RFT.

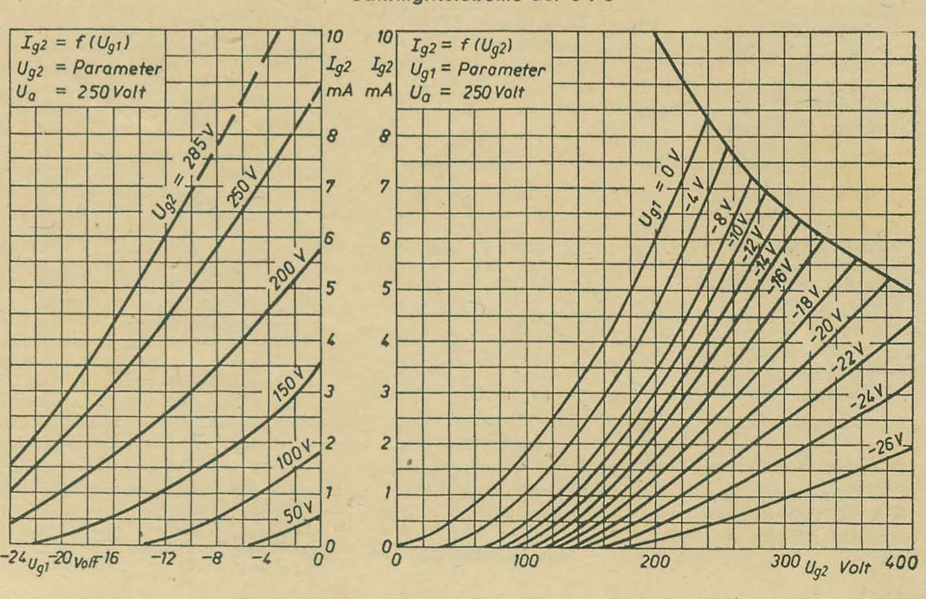


Innenwiderstandskurve



Richtkennlinien für HF-Gleichrichtung

Schirmgitterströme der 6 V 6



6 V 6

Fortsetzung und Schluß

Weitere Paralleltypen

Die 12 V 6 entspricht in ihren Daten und der Sockelschaltung der 6 V 6, aber $U_f = 12{,}6$ V und $I_f = 225$ mA. Die 6 CM 6, eine neue amerikanische Miniaturröhre mit neun Stiften, entspricht im System und in den Daten der 6 V 6. Nur $U_{f/k\,max}$ ist höher.

Weitere Betriebswerte

Die Propagandadaten der russischen Röhre 6 П 6 C zeigen geringfügige Abweichungen gegenüber den veröffentlichten Betriebswerten der 6 V 6.

Betriebswerte als NF-Endverstärker, Pentodenschaltung. Aussteuerung bis zum Einsetzen des Gitterstromes

Eintakt-A-Betrieb

U_a	250	250	250	250	V
U_{g2}	250	200	150	100	V
U_{g1}	—12,5	—11	—8,7	—5,7	V
I_a	45	31	20	13	mA
I_{ad} [1]	49	32,7	21,5	14	mA
I_{g2}	4	2,2	1	0,7	mA
I_{g2d} [1]	6	3,3	1,5	1	mA
R_a	5	7,5	11	19	kΩ
$\mathfrak{N}$	4,1	2,9	1,9	1,3	W
hierbei					
k	9	<8	<7	<6	%
$\mathfrak{U}_{geff}$	8,8	7,8	6,65	4	V

	Eintakt-A-Betrieb			GAB-Betrieb[2]	
U_a	200	150	100	315	V
U_{g2}	200	150	100	250	V
U_{g1}	—10,8	—8,4	—5,3	—14,5	V
I_a	30	18,8	12	2 × 36,5	mA
I_{ad} [1]	32	20	13	2 × 47	mA
I_{g2}	2,5	1,6	1,2	2 × 2,3	mA
I_{g2d} [1]	3,8	2,6	2,2	2 × 4,8	mA
R_a	5,5	6	6,5	—	kΩ
$R_{a/a}$	—	—	—	8	kΩ
$\mathfrak{N}$	2,1	1	0,42	10,5	W
hierbei					
k	<8	<7	<6	2,5	%
$\mathfrak{U}_{geff}$	7,65	5,94	3,75	—	V
$\mathfrak{U}_{g/geff}$	—	—	—	30	V

Weitere Grenzwerte

Für die 6 П 6 C werden teilweise höhere Grenzwerte zugelassen:

Anodenspannung	$U_{a\,max}$	350	V
Anodenverlustleistung	$N_{a\,max}$	13,2	W
Schirmgitterspannung	$U_{g2\,max}$	310	V
Schirmgitterbelastung	$N_{g2\,max}$	2,2	W
Gitterableitwiderstand	$R_{g1(k)\,max}$	1	MΩ
Spannung zwischen Faden und Katode	$U_{f/k\,max}$	± 100	V

Grenzwerte der 6 CM 6 als Bildablenkendpentode, Impulszeit maximal 15% einer Periode

Diese Daten können auch als Anhalt für die Benutzung der 6 V 6 als Bildablenkendpentode dienen.

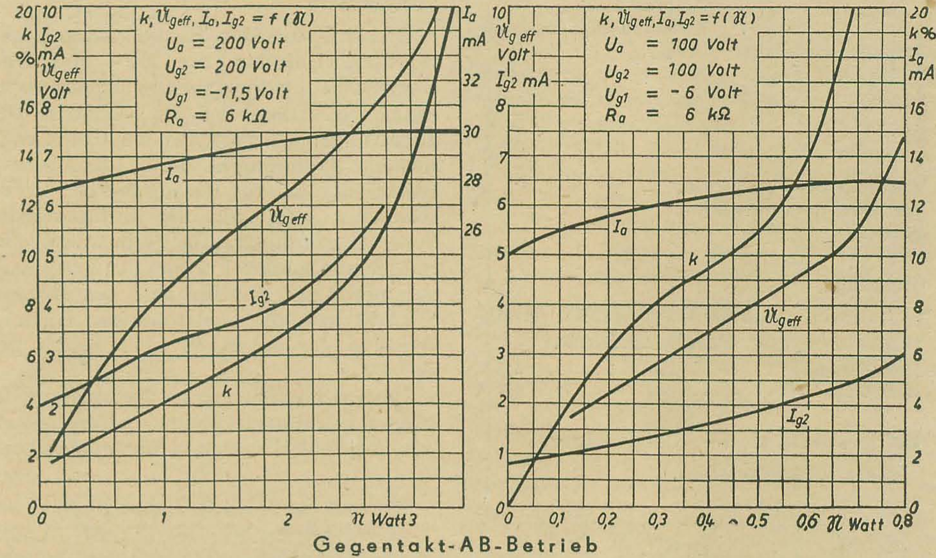
		als Pentode	als Triode	
Anodenspitzenspg.	$\hat{u}_{a\,max}$	2	2	kV
Anodenbelastung	$N_{a\,max}$	8	8	W
Schirmgitterspg. negative Spitze	$-\hat{u}_{g2\,max}$	250	—	V
Schirmgitterbelastung	$N_{g2\,max}$	1,75	—	W

Katodenstrom
- als Pentode $I_{k\,max}$ 40 mA
- als Triode $I_{k\,max}$ 40 mA

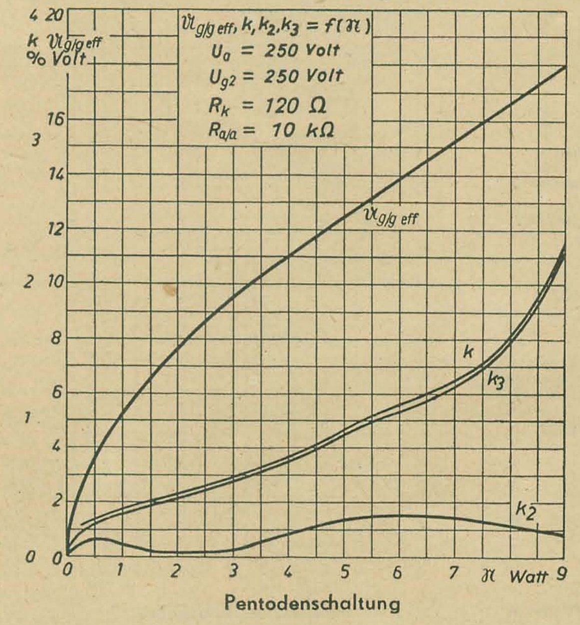
Katodenspitzenstrom
- als Pentode $\hat{I}_{k\,max}$ 120 mA
- als Triode $\hat{I}_{k\,max}$ 120 mA

Spannung zwischen Faden und Katode
- Spitzenspannung + Gleichspannung $U_{f/k\,max}$ ± 200 V
- nur Gleichspannung (k—, f+) $U_{f/k\,max}$ 100 V

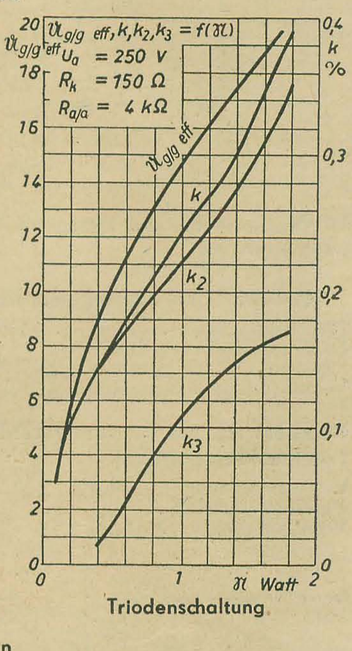
Klirrfaktor- und Leistungskurven



Gegentakt-AB-Betrieb

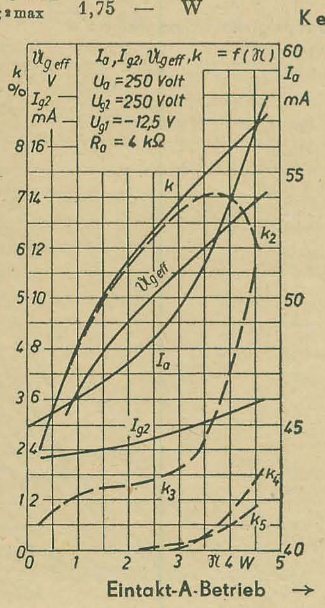


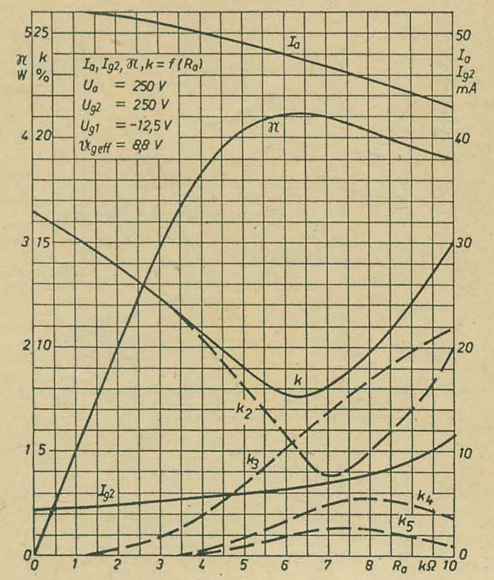
Pentodenschaltung



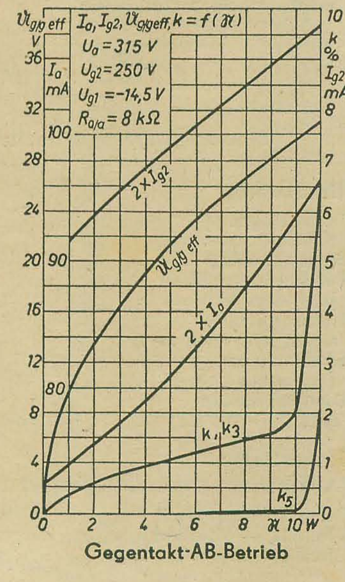
Triodenschaltung

Kennlinien nach sowjetischen Unterlagen





Eintakt-A-Betrieb →



Gegentakt-AB-Betrieb

[1] Werte bei voller Aussteuerung.

[2] Zwei Röhren in Gegentakt-AB-Betrieb.

LEHRGANG FUNKTECHNIK
Hörrundfunk

26. Fortsetzung

Von Dipl.-Ing. A. RASCHKOWITSCH

Die Dimensionierung eines HF-Verstärkers erfolgt daher im wesentlichen nach den Gleichungen (143b) bis (143d). Ist die Gitter-Anoden-Kapazität gegeben, also die Röhre gewählt, so darf die Verstärkung $\mathfrak{V}$ und damit der wirksame Außenwiderstand R_a' einen gewissen Wert nicht übersteigen. Mit Rücksicht auf die Verzerrungen der Durchlaßkurve (Resonanzkurve) ist die Verstärkung möglichst 5 bis 10mal kleiner als der höchstzulässige Wert zu wählen.

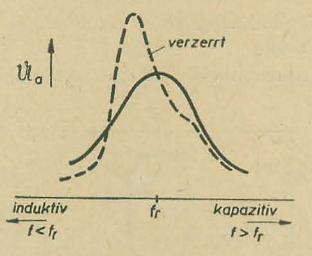


Bild 310: Lineare Verzerrung der Resonanzkurve einer HF-Verstärkerstufe durch Blindrückkopplung über die Gitter-Anoden-Kapazität

Beispiel: Welche maximale Verstärkung darf die Röhre EF 12 mit $c_{g/a} = 0{,}002$ pF und $S = 2{,}1$ mA/V als HF-Verstärker bei der Frequenz $f = 20$ MHz haben?

Nach Gleichung (143d) gilt für den Außenwiderstand R_a' bzw. R_g':

$$R_a' = R_g' = \sqrt{\frac{2}{\omega c_{g/a}\,S}},$$

$$R_g' = \sqrt{\frac{2}{2\pi\cdot 20\cdot 10^6\cdot 2\cdot 10^{-15}\cdot 2{,}1\cdot 10^{-3}}},$$

$R_g' = 61{,}5$ kΩ.

Weiter gilt für die Verstärkung:

$$\mathfrak{V} = S R_a' = 2{,}1\cdot 61{,}5 = 130\text{fach}.$$

Mit einer 5fachen Sicherheit ergibt sich: $\mathfrak{V} \approx 30$ und $R_g' \approx 15$ kΩ.

Bei HF-Verstärkern mit Bandfilterkopplung — zum Beispiel ZF-Verstärker — ist bei der Berechnung des wirksamen Gitterkreiswiderstandes die Rückwirkung der Kreise aufeinander zu berücksichtigen. So ist bei kritischer Kopplung eines zweikreisigen Filters mit gleichen Kreisen der resultierende Widerstand gleich der Hälfte des einen Kreiswiderstandes. Damit sinkt das Quadrat des Gitterkreiswiderstandes nach Gleichung (143d) um den Faktor 4. Das bedeutet aber ein 4mal größeres $c_{g/a}$, so daß bei Bandfilterkopplung die Gefahr einer Selbsterregung kleiner ist.

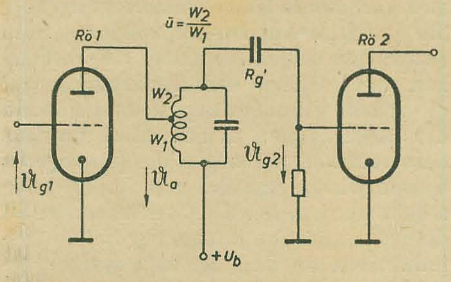


Bild 311: Verminderung der Anodenrückwirkung durch Teilankopplung des Anodenkreises

Eine gewisse Verringerung der Anodenrückwirkung läßt sich durch Teilankopplung des Anodenkreises nach Bild 311 erzielen. Durch die Widerstandstransformation gilt

$$ü^2 R_a' = R_g' \text{ oder } R_a' = \frac{R_g'}{ü^2}.$$

Setzt man diesen Wert in Gleichung (143c) ein, so ist

$$c_{g/a} \leq \frac{2\,ü^2}{\omega R_g'^2 S}. \qquad (143\text{e})$$

Ein Vergleich mit Gleichung (143d), die für $R_a' = R_g'$ ($ü = 1$), das heißt für Vollankopplung gilt, zeigt eine Verringerung der Rückwirkung um den Faktor $ü^2$, da $c_{g/a}$ jetzt um diesen Faktor größer sein darf. Die Spannungstransformation ergibt allerdings bei gleicher Eingangsspannung eine ümal kleinere Stufenverstärkung.

Eine weitere Möglichkeit zur Vermeidung der Anodenrückwirkung über $c_{g/a}$ besteht in der Anwendung der Gitterbasisschaltung. Man kann im KW- und insbesondere im UKW-Gebiet auf den Vorteil des geringen äquivalenten Rauschwiderstandes der Trioden nicht verzichten. Die Gitterbasisschaltung vereinigt die Vorteile der Trioden mit der hohen Verstärkung von Pentoden, wobei die Gitter-Anoden-Kapazität für die Rückwirkung belanglos ist, da sie parallel zum Ausgangskreis liegt und das Steuergitter eine genügende Entkopplung bis zu Frequenzen von einigen 100 MHz bewirkt.

Ein Beispiel für einen HF-Verstärker in Gitterbasisschaltung zeigt Bild 312. Das RC-Glied in der Katodenleitung (500 Ω, 100 pF) dient in der üblichen Weise zur Erzeugung der automatischen Gittervorspannung. Mit Rücksicht auf die hohen Frequenzen genügt ein Katodenkondensator von 100 pF. Der Antennenwiderstand (60 Ω) wird dem Eingangswiderstand der Gitterbasisstufe (1/S = 200 Ω) angepaßt. Die verstärkte Spannung nehmen wir am Schwingungskreis zwischen Gitter und Anode ab.

Selbsterregung durch Rückkopplung über die Gitter-Anoden-Kapazität kann auch bei NF-Verstärkern auftreten, sofern sich die richtigen Phasenverhältnisse einstellen. Bei der Transformatorkopplung ist zum Beispiel für tiefe Frequenzen der Anodenkreis induktiv. Bei RC-Kopplung kann weder beim HF- noch beim NF-Verstärker innerhalb einer Stufe Selbsterregung über $c_{g/a}$ erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit, den Einfluß der Gitter-Anoden-Kapazität zu beseitigen, stellt die sogenannte Neutralisation dar.

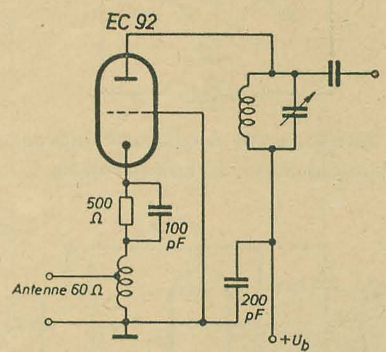


Bild 312: HF-Verstärker in Gitterbasisschaltung

Neutralisation

Bei der Neutralisation der Gitter-Anoden-Kapazität handelt es sich im Prinzip um eine hochfrequente Gegenkopplung auf das Steuergitter. Die über $c_{g/a}$ entstehende Rückkopplung wird mit einer gleich großen, aber gegenphasigen Spannung kompensiert. Die vielen gebräuchlichen Neutralisationsverfahren lassen sich auf vier Grundschaltungen zurückführen. Wird die Neutralisationsspannung dem Anodenkreis entnommen, so ist eine Anodenneutralisation vorhanden, stammt sie aus dem Gitterkreis, so spricht man von einer Gitterneutralisation. Innerhalb dieser beiden Möglichkeiten unterscheidet man zwischen induktiver und kapazitiver Neutralisation.

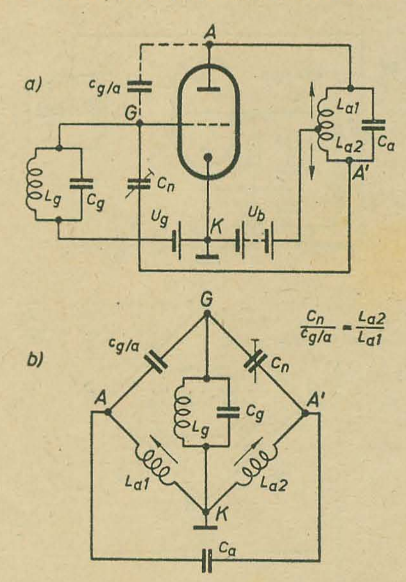


Bild 313: Induktive Anodenneutralisation a) Prinzipschaltbild, b) Ersatzschaltung

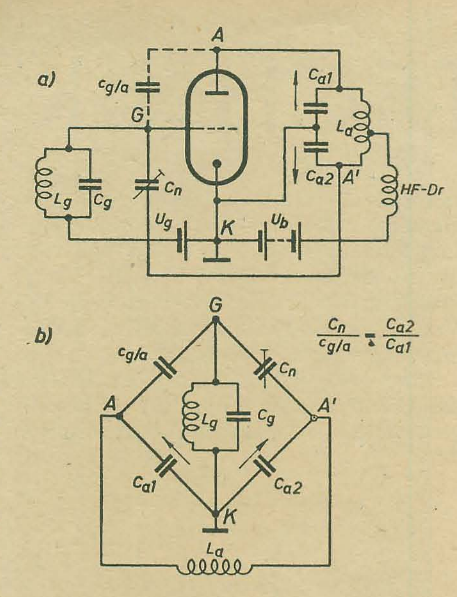


Bild 314: Kapazitive Anodenneutralisation
a) Prinzipschaltbild, b) Ersatzschaltung

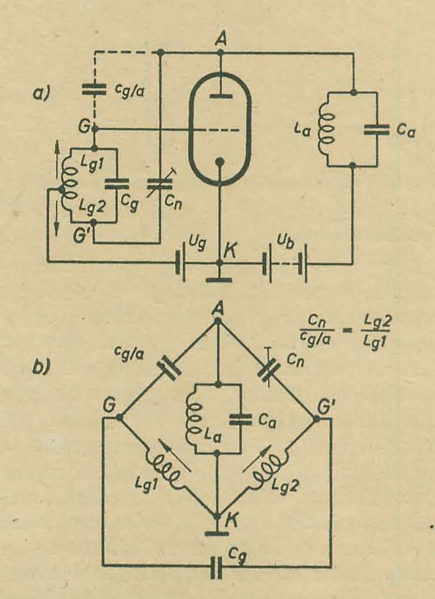


Bild 315: Induktive Gitterneutralisation
a) Prinzipschaltbild, b) Ersatzschaltung

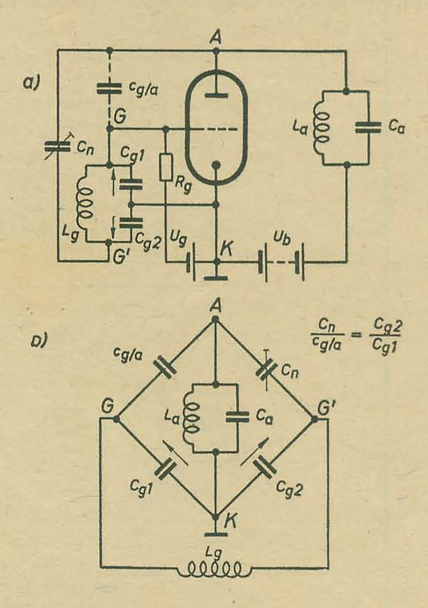


Bild 316: Kapazitive Gitterneutralisation
a) Prinzipschaltbild, b) Ersatzschaltung

Einen neutralisierten HF-Verstärker mit Ersatzschaltung zeigt Bild 313. Es handelt sich hier um eine induktive Spannungsteilung im Anodenkreis, also um eine induktive Anodenneutralisation. Durch Anzapfung der Anodenkreisinduktivität entstehen zwei gegenphasige Spannungen, die einmal über die Gitter-Anoden-Kapazität $c_{g/a}$ und einmal über den Neutralisationskondensator C_n dem Gitterkreis aufgedrückt werden. Für die so entstandene Brückenschaltung gilt folgende Neutralisationsbedingung:

$$\frac{C_n}{c_{g/a}} = \frac{L_{a2}}{L_{a1}}. \qquad (144)$$

Für diesen Fall ist die Spannung am Brückenzweig GK, d. h. zwischen Gitter und Katode, gleich Null und somit die Entkopplung von Anoden- und Gitterkreis erreicht. Statt der Anzapfung der Anodenkreisinduktivität kann auch der Anodenkreiskondensator aufgeteilt werden. Die kapazitive Anodenneutralisation zeigt Bild 314. Hier muß die Betriebsspannung über eine HF-Drossel zugeführt werden, damit die Spulenanzapfung hochfrequenzmäßig nicht an Masse liegt.

Bei der Gitterneutralisation wird die erforderliche Spannungsteilung im Gitterkreis vorgenommen. Dem Gitterkreis werden von der Anode zwei gleichphasige HF-Spannungen zugeführt, den notwendigen Phasenunterschied erzielt man durch Anschluß an gegenphasige Punkte im Gitterkreis. Dabei kann der Massepunkt des Gitterkreises sowohl an eine Anzapfung der Gitterkreisinduktivität (induktive Gitterneutralisation, Bild 315) oder auch an die geteilte Gitterkreiskapazität (kapazitive Gitterneutralisation, Bild 316) gelegt werden.

Bei Gegentaktschaltungen ist die Neutralisation besonders einfach, da hier die beiden Anodenspannungen zueinander gegenphasig sind. Ihre Teilspannungen werden nur den gegenüberliegenden Gittern zugeführt. Besondere Sorgfalt ist jedoch auf die Symmetrie der Schaltung zu legen, da sonst keine einwandfreie Neutralisation erzielt wird. Bild 317 zeigt eine induktive Gegentaktneutralisation.

Neben Trioden erfordern auch Schirmgitterröhren gegebenenfalls — zum Beispiel im UKW-Gebiet — eine Neutralisation der zwar kleinen, jedoch immer vorhandenen Gitter-Anoden-Kapazität. Die Neutralisation dieser Röhren wird zweckmäßig nach Bild 318 ausgeführt und erfordert praktisch keinen weiteren Schaltungsaufwand. Der Siebkondensator C_s ist so zu bemessen, daß er das Schirmgitter hochfrequenzmäßig nicht direkt an Masse legt. Es entsteht vielmehr an C_s eine HF-Spannung in Gegenphase zu der über $c_{g/a}$ auf das Gitter eingekoppelten Spannung. Ein Teil dieser Spannung wird über die Kapazität zwischen Schirmgitter und Steuergitter, $c_{g2/g1}$, dem Gitter aufgedrückt und kompensiert die Rückkopplungsspannung über $c_{g/a}$. Für die Neutralisationsbedingung erhalten wir nach Bild 318b:

$$\frac{C_s}{c_{g2/g1}} = \frac{c_{a/k}}{c_{g/a}}. \qquad (145)$$

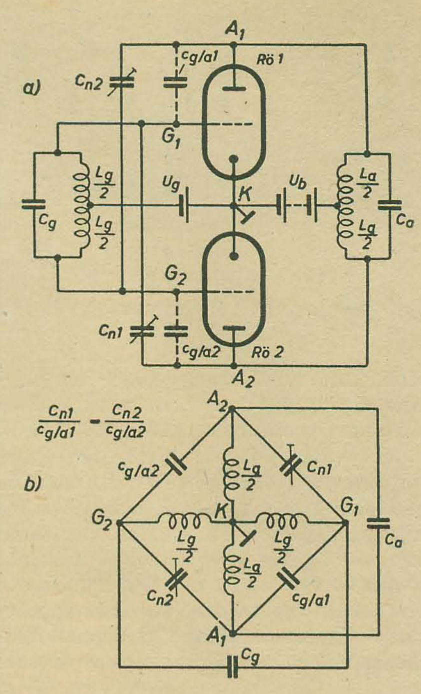


Bild 317: Induktive Neutralisation bei Gegentaktschaltung
a) Prinzipschaltbild b) Ersatzschaltung

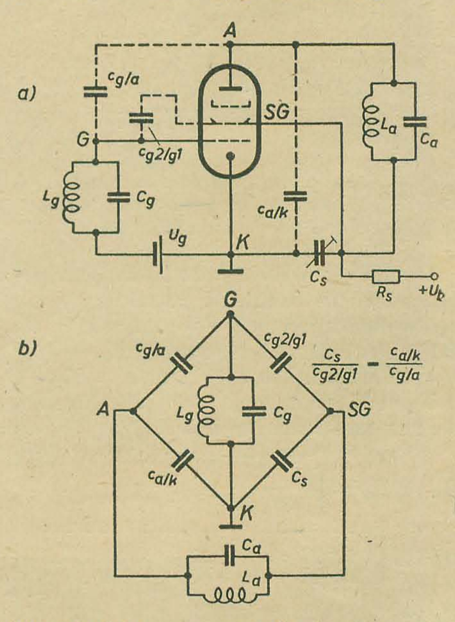


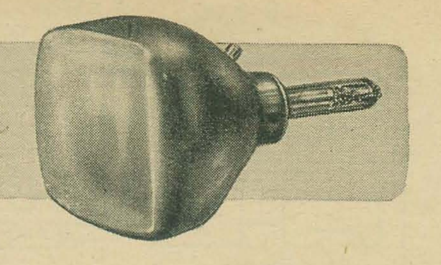
Bild 318: Schirmgitterneutralisation
a) Prinzipschaltbild, b) Ersatzschaltung

Der Neutralisationskondensator C_n ist meist als Trimmer ausgeführt, so daß beim Röhrenwechsel ein Nachstimmen möglich ist. Er liegt in der Größenordnung von 0,5 bis 8 pF.

Die Neutralisation wird vorwiegend bei HF-Verstärkern mit Trioden angewendet und verhindert eine Selbsterregung über die Gitter-Anoden-Kapazität. Zum Schwingen neigen besonders HF-Verstärker, deren Gitter- und Anodenkreise auf die gleiche Frequenz abgestimmt sind. In der Regel handelt es sich dabei um Senderverstärker, die wegen des günstigeren Gesamtwirkungsgrades mit Trioden bestückt werden. Bei Kurzwellensendern ist die Neutralisation infolge der Zuleitungsinduktivitäten und der sich stärker bemerkbar machenden Röhrenkapazitäten frequenzabhängig.

Wird fortgesetzt

Fernsehrundfunk



9. Fortsetzung

Von WERNER TAEGER

Fernsehsendetechnik

1. Das Fernsehstudio

Zur Studioeinrichtung gehören folgende Geräte:

1. mehrere Fernsehkameras,
2. ein oder mehrere Abtaster für Kinofilmübertragung,
3. Abtaster zur Übertragung von Diapositiven,
4. Mischpult zur Überblendung der von den Kameras und Abtastern gelieferten Bilder,
5. eine Impulszentrale, die die Gleichlaufzeichen für alle Geräte erzeugt, und ein Verteiler für die Gleichlaufzeichen, die jedem Abtaster getrennt zugeführt werden müssen,
6. mehrere Kontrollempfänger zum Überwachen der Bildgüte der einzelnen Abtaster. Außerdem Oszillografen für die Anzeige der Ausgangsspannung.

Fernsehkamera

In der Fernsehkamera ist im hinteren Teil die Bildaufnahmeröhre (Ikonoskop, Superikonoskop, Orthikon oder Rieselikonoskop) in einem Rohr aus Mu-Metall untergebracht. Mit Hilfe einer Optik wird das zu übertragende Bild auf der Fotokatode abgebildet und das von dieser gelieferte Emissionsbild elektronenoptisch auf das Mosaik der Bildröhre übertragen. Dort wird es schließlich mit einem Elektronenstrahl abgetastet. Vor der Bildröhre ist der Mattscheibensucher mit einer eigenen Optik angeordnet. Die Scharfeinstellung beider Optiken ist gekuppelt und wird mit einem seitlich angebrachten Hebel eingestellt. Neben dem optischen Sucher in der Fernsehkamera wird mehr und mehr der rein elektronische Sucher angewendet. Dieser besteht aus einem besonderen in die Kamera eingebauten Kontrollempfänger. Der besondere Vorteil einer solchen Anordnung ist, daß dem Kameramann der tatsächlich übertragene Bildausschnitt gezeigt wird. Nachteile sind das erhöhte Gewicht und die Kameraabmessungen. Der elektronische Sucher ist besonders dann vorteilhaft, wenn die Orthikonkamera zur Aufnahme verwendet wird. Mit dieser wird selbst dann noch ein ausreichend helles Bild erzeugt, wenn das Auge in einem optischen Sucher kaum noch etwas erkennen kann.

Des weiteren enthält die Aufnahmekamera die beiden für die Abtastung erforderlichen Ablenkgeräte in Bild- und Zeilenrichtung und einen Vorverstärker zum Verstärken der recht geringen Bildsignalspannungen. Der Ausgangspegel der Kamera beträgt etwa 1 V. Diese Spannung wird über das Kamerakabel dem an anderer Stelle stationär aufgestellten Hauptverstärker zugeleitet. Zum Einstellen eines in allen Teilen gleichmäßig hellen Bildes sind mehrere Einstellknöpfe zu bedienen, so daß die richtige Einstellung bei stark wechselndem Bildinhalt von dem bedienenden Kameramann einige Geschicklichkeit verlangt. Die Lichtempfindlichkeit einer Kamera mit Superikonoskop entspricht etwa der eines guten Films bei gleicher Belichtungszeit ($^1/_{25}$ s) und Blende. Die Objektive haben im allgemeinen eine Maximalöffnung von f : 2, bei dieser großen Objektivöffnung ist natürlich nur eine geringe Tiefenschärfe zu erwarten. Die Empfindlichkeit einer modernen Fernsehkamera reicht aus, um brauchbare Aufnahmen sowohl von hellen, sonnenbeleuchteten Szenen im Freien (auf etwa f : 32 abgeblendet) als auch bei normaler Bühnenbeleuchtung (f : 2) zu „schießen" (Bild 46).

Die neueren Kameras besitzen einige Einrichtungen, die den Studiobetrieb wesentlich erleichtern. Oben auf dem Kameragehäuse befindet sich ein gegen die Schauspieler abgeschirmtes rotes Signallicht. Es wird vom Regiepult aus automatisch eingeschaltet, wenn die betreffende Kamera in der gerade laufenden Sendung in Betrieb, das heißt auf den Sender geschaltet ist. Gleichzeitig erscheint im Sucherbild ein Kontrollzeichen für den Kameramann, der jetzt weiß, daß er seine Kamera nun besonders ruhig führen muß und keinen Objektivwechsel vornehmen darf. Neben dem Aufnahmeobjektiv befindet sich ein zweites Kontrollämpchen, diesmal zum Schauspieler hin. Es ermöglicht dem Regisseur, dem Sprecher und dem Schauspieler vorher verabredete Lichtsignale zu übermitteln. Damit das lästige Klicken beim Objektivwechsel nicht mehr störend wirkt, werden neuerdings die Revolverobjektive mit Gummigleitlagern versehen.

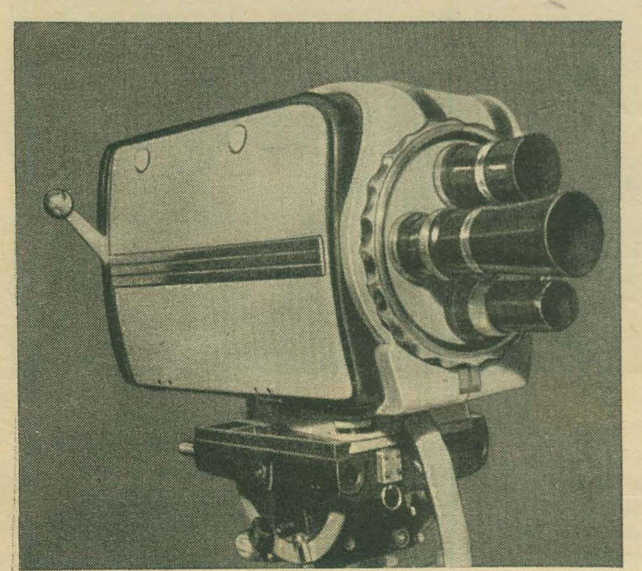


Bild 45: Eine der modernen Fernsehkameras im Fernsehzentrum Berlin-Adlershof

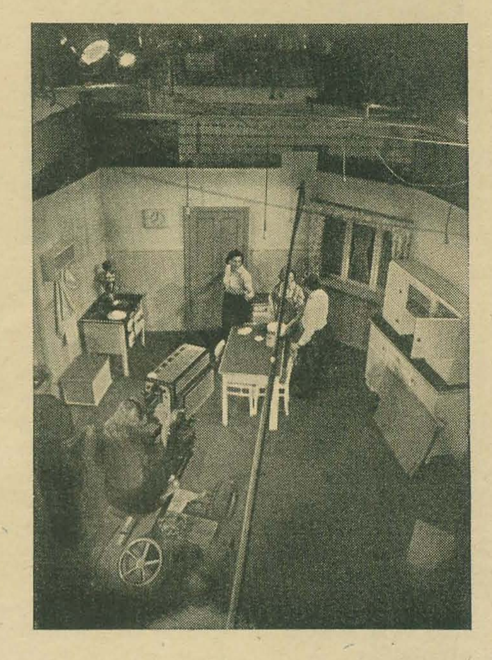


Bild 46: In einem Aufnahmeraum des Berliner Fernsehzentrums werden Szenen eines Fernsehspieles von der Kamera aufgenommen

Abtaster

Diapositiv- und Filmabtaster (Bilder 47 und 48) arbeiten grundsätzlich nach dem gleichen Prinzip. Auf einer kleinen Bildröhre wird ein Raster konstanter Helligkeit geschrieben, der auf dem zu übertragenden Diapositiv abgebildet wird. Dadurch wird das durch das Diapositiv fallende Licht mit dem Bildinhalt moduliert. In einem dahinter befindlichen Vervielfacher werden die einzelnen Lichtwerte in entsprechende Spannungswerte umgewandelt. Um die notwendige Bildschärfe zu erhalten, muß die Katodenstrahlröhre mit einer hohen Anodenspannung von rund 25 kV betrieben werden. Beim Filmabtaster spielen sich ähnliche Vorgänge ab. Der Film wird kontinuierlich (also nicht ruckweise wie beim normalen Filmprojektor) durch das Laufwerk bewegt. Die Optik besteht hier aus drei statt aus einem Objektiv beim Diapositivabtaster, zwei der Objektive liegen dicht übereinander. Es werden in der Sekunde 25 Filmbilder je zweimal in je $^1/_{50}$ Sekunde abgetastet, einmal in der oberen Hälfte und einmal in der unteren Hälfte des Bildfensters.

Das Auflösungsvermögen des Diapositiv- und Filmabtasters entspricht einer Bandbreite von rund 7 MHz, sie ist also größer als die zur Verfügung stehende Bandbreite von 5 MHz. Der Filmabtaster ist in der Lage, jeden beliebigen Kinofilm

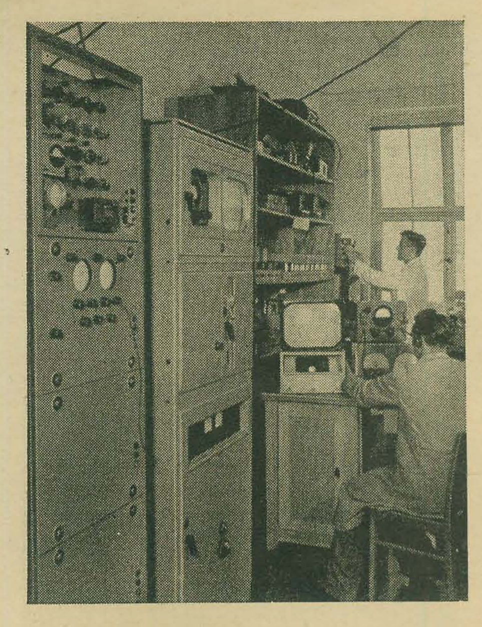


Bild 47: Diaabtaster und Taktgeber der Firma Graetz

fernsehmäßig zu übertragen. Es sind also keine Spezialkopien dazu notwendig. Im allgemeinen ist jede in einem Kino verwendbare Kopie für die Fernsehsendung geeignet, wenngleich es zweckmäßig ist, für das Fernsehen besondere Kopien anzufertigen, deren Gradation dem speziellen Zweck angepaßt ist. Die von dem Filmabtaster erzeugten Bilder erfüllen praktisch alle Anforderungen, die man beim Betrachten eines Kinofilmes stellen kann, und zwar sowohl an Schärfe als auch an Gradation.

Mischpult

Im Mischpult werden die von der (oder den) Kamera(s), dem Film- bzw. Diaabtaster kommenden Bilder überblendet (siehe Bild 49). Mit diesem Gerät sind alle vom Film her bekannten Überblendungsarten auf elektrischem Wege möglich, insbesondere lassen sich allmähliche Überblendungen, bei denen das erste Bild langsam verschwindet, während das zweite langsam kräftiger wird, durchführen. Mit einfachen Schaltmitteln sind Bildverdrängungen in horizontaler oder vertikaler Richtung und aus der Mitte kommende kreisförmige Verdrängungen möglich, so daß der Künstler in dieser Hinsicht viele Möglichkeiten hat. Ein modernes Mischpult (Bild 50) besitzt Anschlüsse für etwa fünf Bildgeber, zum Beispiel drei Kameras und zwei Filmgeber, und außerdem für drei Kontrollempfänger. Auf dem ersten Kontrollbildschirm ist das fertige, zum Bildsender abgehende Bild zu sehen, auf die beiden anderen werden durch ein Drucktastenkreuzschienensystem wahlweise zwei der fünf Eingangskanäle gelegt. Zum Aufschalten des ankommenden Bildes sind mehrere Flachbahnüberblendregler eingebaut, die durch ein zweites Drucktastenkreuzschienensystem ebenfalls nach Wahl auf sämtliche ankommenden Kabel geschaltet werden können. Die Summenspannung der Überblendregler gelangt zum Eingang des Breitbandverstärkers, der im Mischpult entstehende Pegelverluste ausgleicht und wieder den genormten Pegel von 3 V an 150 Ω, entsprechend einer Leistung von 60 mW bei einem Strom von 20 mA, herstellt. Ferner sind in das Mischpult ein Signallampensystem und die Sprechverbindung zu allen Bildgebern eingebaut. Dem Pult müssen außerdem Horizontal- und Vertikalaustastimpulse gemäß der Norm mit einer Impulshöhe von + 5 V an 150 Ω zugeführt werden.

Bild 48: Epi- und Diaabtaster im Fernsehzentrum Berlin-Adlershof des Staatlichen Rundfunkkomitees der DDR ↓

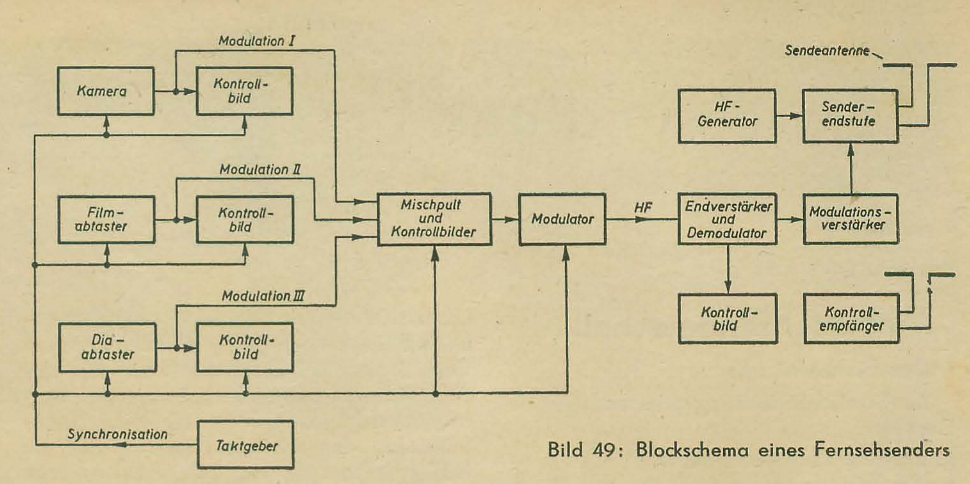
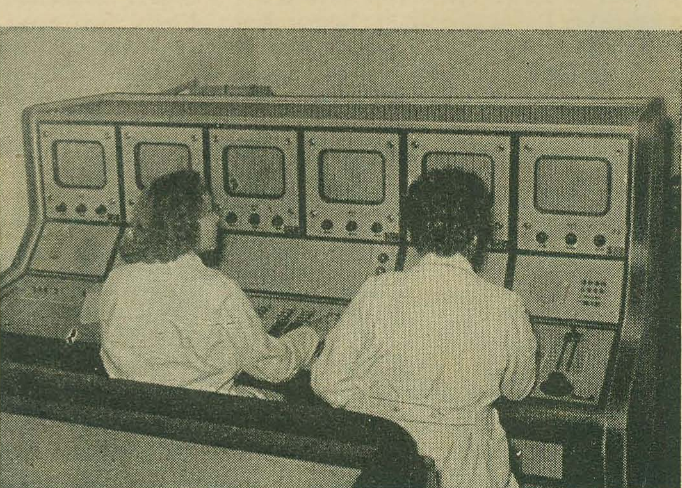


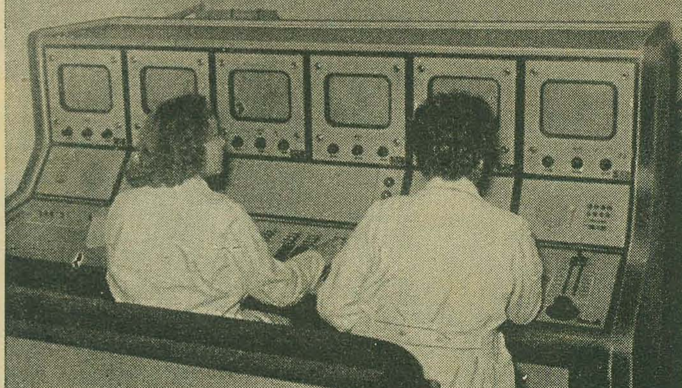
Bild 49: Blockschema eines Fernsehsenders

Impulszentrale

Ein wichtiges Gerät innerhalb eines Senderkomplexes ist die Impulszentrale (siehe auch Bild 47), in der die Gleichlaufzeichen für alle Abtaster (Kamera, Dia-, Filmabtaster) erzeugt werden. Die erforderlichen Rechteckspannungen werden in einer größeren Zahl von Multivibratoren erzeugt und in zahlreichen Mischstufen und Verstärkerreihen zu den verschiedenen Zeichenreihen zusammengefügt. Die Zahl der in der Impulszentrale benötigten Röhren ist daher recht groß, je nach dem System sind es 80 bis 120. An die Betriebssicherheit eines derartigen Gerätes werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Bei Ausfall ist eine Bildübertragung nicht mehr möglich, so daß stets eine weitere Impulszentrale als Betriebsreserve vorhanden sein muß.

Es ist eine selbstverständliche Forderung, daß alle in einem Fernsehstudio in Betrieb befindlichen Geräte synchron laufen müssen. Die Synchronimpulse werden in der Impulszentrale erzeugt und den einzelnen Geräten über besondere Verteiler zugeführt. Zum Ausgleich der Laufzeiten der Steuerimpulse auf den der Verteilung dienenden Kabelleitungen sind Entzerrerglieder, sogenannte Laufzeitketten, erforderlich.





↑ Bild 50: Im Regieraum befindet sich auch das Mischpult, der Arbeitsplatz des Bild- und Tonmeisters

Im allgemeinen werden den Geräten zwei positiv gerichtete Steuerimpulse zugeführt: ein Vertikalimpuls von 1,2 ms Dauer und ein Horizontalimpuls von 0,0115 ms Dauer, die miteinander gemischt das Austastsignal ergeben.

Wird fortgesetzt

Chronik der Nachrichtentechnik

Von Dipl.-Ing. HANS SCHULZE-MANITIUS

18. 4. 1849

Der Radiotechniker Adolf Slaby wird als Sohn eines kleinen Handwerkers in Berlin geboren. Schon in der Schule zeigte er eine große Begabung für die Naturwissenschaften und außerdem einen beträchtlichen Ehrgeiz, mit dem er es auch erreichte, trotz äußerst geringer finanzieller Mittel ein Studium durchzuführen. Er wies 1892 den Grafen Arco auf das Gebiet der drahtlosen Telegrafie hin, stellte mit diesem im Juni 1897 planmäßige Versuche mit drahtloser Telegrafie auf den Gewässern der Havel bei Potsdam und in den umliegenden Gärten an, verwendete hierzu einen als „Strahlapparat" bezeichneten Sendeapparat (dessen Antenne war die erste deutsche Antennenanlage für drahtlosen Verkehr), wiederholte im Juni 1897 die bereits im Ausland durchgeführten Versuche, begann Mitte 1897 mit eigenen Forschungen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegrafie, am 7. 10. 1897 telegrafierte er drahtlos zwischen Rangsdorf und Schöneberg, also über eine Entfernung von 21 km, dann mit 30 m hohen Antennen 48 km weit, schuf ein unabhängiges drahtloses System, dessen Ausnutzung die AEG in Berlin übernahm, arbeitete in den folgenden Jahren vor allem mit dem Grafen Arco zusammen, gab am 5. 12. 1899 in der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Berlin die Ergebnisse seiner mit dem Grafen Arco durchgeführten Versuche bekannt, erfand 1900 den abgestimmten Schwingungskreis (Resonanzprinzip), löste die Schwierigkeit der Abstimmung von Funkentelegrafen, gab am 22. 12. 1900 in Berlin die Möglichkeit der drahtlosen Vielfachtelegrafie bekannt und bewies dies durch Versuche, erfand 1901 die Abstimmungsspule und führte 1901 einen Telegrammwechsel bis auf 150 km Entfernung zwischen Cuxhaven und dem Dampfer „Deutschland" durch. Er starb am 6. 4. 1913 in Berlin.



Adolf Slaby
1849 bis 1913

15. 7. 1849

In Frankfurt a. M. stirbt der Physiker Christian Neeff, der zusammen mit dem Mechaniker J. Wagner einen selbsttätigen Stromunterbrecher, den „Neeffschen Hammer" erfunden hatte, der später für den Zeigertelegrafen von Siemens und für den Funkeninduktor von Rühmkorff von Bedeutung wurde.

Der „Neeffsche Hammer" ist ein für kleinere Funkeninduktoren gebräuchlicher, selbsttätig wirkender Unterbrecher, der mit der aus dickem Draht bestehenden Wicklung des Induktors in Reihe geschaltet ist. Die Unterbrechereinrichtung besteht aus einer Blattfeder, die sich im Ruhezustand gegen einen leitenden Anschlag legt und in fester Verbindung mit einem vor dem Pole des Elektromagneten angeordneten Weicheisenstück unter dem Einfluß der magnetisierenden Kräfte des elektrischen Stromes von ihrem Anschlag abgezogen und nach vollzogener Stromunterbrechung durch die eigene Federkraft wieder zum Kontaktschluß an den Anschlag zurückgeschleudert wird. Bei diesem sich dauernd wiederholenden Spiel bleibt der Unterbrecher dauernd in Tätigkeit und erzeugt eine rhythmische Folge von veränderlichen Magnetisierungsvorgängen, unter deren Einfluß in der aus dünnem Draht bestehenden Wicklung des Funkeninduktors auf Grund der Elektroinduktion hochgespannte Wechselströme induziert werden.

6. 8. 1849

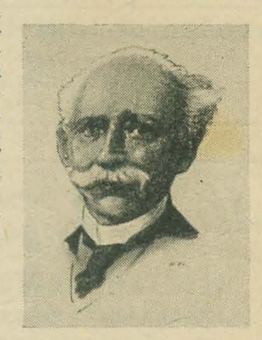
Durch das in Preußen erscheinende „Regulativ für die Benutzung des elektromagnetischen Staatstelegrafen seitens des Publikums" wird mit Wirkung vom 1. 10. 1849 der elektrische Staatstelegraf auch für die Öffentlichkeit zur Benutzung freigegeben. Bis dahin hatte er nur den Behörden zur Verfügung gestanden.

23. 11. 1849

Georg Simon Ohm wird als zweiter Konservator an die Akademie der Wissenschaften in München berufen mit dem Auftrag, an der Universität zu lehren.

29. 11. 1849

Der englische Physiker John Ambrose Fleming wird in Lancester geboren. Nach einem Studium in London und Cambridge wurde er Professor der Mechanik am University College in London, erhielt 1900 den Auftrag, für die Überbrückung des Ozeans die Einzelheiten der Kraftstation für den Sender auszuarbeiten und den Hochspannungsanodenkondensator für die Anlage zu entwerfen, meldete 1904 seine Audionröhre zum Patent an und baute Thermionröhren, von denen ein amerikanischer Ingenieur 1915 nicht weniger als 300 Stück zu einem Sender zusammenbaute, mit dem es ihm gelang, wenn auch zunächst nur undeutlich, Stimmen aus den USA nach Paris zu übertragen.



J. A. Fleming

5. 12. 1849

Georg Simon Ohm wird Ministerialreferent für die Telegrafenverwaltung im bayerischen Handels- und Arbeitsministerium.

1849

Paul Julius Freiherr von Reuter gründet anläßlich der Eröffnung des ersten Telegrafen in Aachen ein Telegrafenbüro.

Da das damalige Telegrafensystem noch mancherlei Unvollkommenheiten aufwies, richtete Reuter zunächst eine Taubenpost ein, die die Telegramme zwischen Aachen und Brüssel beförderte, wodurch die Beförderung der in Aachen oder Brüssel einlaufenden Telegramme um rund acht Stunden verkürzt wurde. Die für den Osten bestimmten Telegramme, die in Brüssel mit der Post ankamen, wurden von dort aus in drei Kopien durch drei verschiedene Brieftauben nach Aachen gebracht. Diese dreifache Versendung geschah aus Gründen der Regelmäßigkeit und Sicherheit der Ankunft. Die Brieftauben legten die Entfernung von Brüssel nach Aachen in einer Stunde zurück. Von Aachen aus wurden die Telegramme dann wieder telegrafisch weiterbefördert. In umgekehrter Richtung verfuhr man ebenso: Die für den Westen bestimmten Telegramme wurden von Berlin nach Aachen durch den Telegrafen befördert und dann mit der Brieftaubenpost nach Brüssel gebracht, von wo aus sie ihren Bestimmungsorten zugeführt wurden.

Der Telegraf nahm jedoch bald immer größere Ausdehnungen an. Bald waren Berlin und Paris bis auf eine kleine Strecke zwischen Quievrain und Valenciennes direkt telegrafisch verbunden. Zum Überbrücken dieser Lücke wurden von Reuters Telegrafenbüro stets berittene Postillione bereitgehalten, die die Telegramme zwischen diesen beiden Orten beförderten.

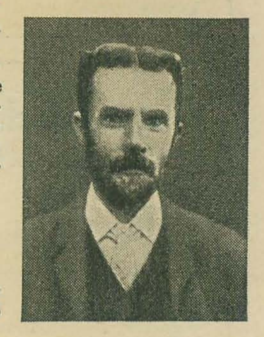
1849

Der Physiker Carl August Steinheil (München) tritt als Vorstand des Departements für Telegrafie im Handelsministerium in österreichische Dienste und richtet in Österreich das Telegrafenwesen ein.

Steinheil gilt als der wissenschaftliche Begründer der elektromagnetischen Telegrafie.

1850

Der englische Physiker Oliver Heaviside, der die Heavisideschicht-Hypothese aufstellte, wird geboren. Die Heavisideschicht ist eine elektrisch leitende Schicht, welche die Erdkugel in etwa 100 km Höhe umgibt, die von der Erdoberfläche kommenden elektrischen Wellen wieder zurückwirft und bewirkt, daß solche Wellen im allgemeinen weder die Erde verlassen, noch vom Weltraum in sie eindringen können.



Oliver Heaviside
1850 bis 1925

Berichtigung

Heft 10 (1954) RADIO UND FERNSEHEN

Seite 296: Im zweiten Abschnitt für die Beschreibung des Empfängers „Zwinger 3" muß es richtig heißen: „Zwei der Diodenstrecken der EABC 80 bilden den Phasendiskriminator für FM." Es wird hier die Demodulatorschaltung nach Riegger angewendet. Das gleiche gilt auch für die Spalte 16 der Beilage „Rundfunkempfänger der Produktion 1954/55". Nach Mitteilung des VEB Funkwerk Dresden HV-RFT beträgt die FM-Empfindlichkeit der Geräte nicht, wie auf S. 296 angegeben, 100 μV. Eingehende Messungen im Institut für Hochfrequenztechnik haben ergeben, daß sie bei der Mehrzahl der Geräte unter 40 μV liegt. In der Beschreibung des Gerätes „Orienta" heißt es in der vierten Zeile richtig „(bis 140 m)" statt (bis 180 m).

Seite 300: In der rechten Spalte lautet die zweite Zeile des vorletzten Absatzes richtig: „Endpentode 6 AQ 5 oder EL 41"...; der letzte Satz dieses Abschnittes ist wie folgt zu berichtigen: „Die Gegentaktendstufe wird hier mit zwei Endpentoden 6 AQ 5 gebildet".

Seite 304: Unter Elektronik heißt der erste Satz des letzten Absatzes in der mittleren Spalte richtig: „Der aufgeladene Kondensator speichert eine Energie, die etwa 90 Ws entspricht; eine Akkuladung reicht für etwa 200 Blitze aus."

Seite 309: Die in der Spalte Lebensdauer für die Röhre PTT301 enthaltene Angabe „im Jahr" ist in „je Paar" umzuändern.

Die Angabe „Theoretischer Verstärkungsfaktor" in der ersten Spalte der Tabelle muß richtig lauten „Verstärkung mal Bandbreite", Dimension MHz.

Heft 11 (1954) RADIO UND FERNSEHEN

Seite 317: Im Leitartikel muß es im dritten Absatz, dritte Zeile von unten, richtig heißen: „,..., die Informationstheorie zum Durchrechnen vielteiliger ...".

Rundfunkmechaniker
perfekt in allen Arbeiten gesucht.
Dittfurth, Magdeburg, Halberstädter-Straße 100

Älterer Rundfunk-Mechanikermeister oder Elektromeister für ein Fachgeschäft gesucht. Evtl. Einheirat geboten.

Bewerbungen unter RF 5816 Verlag „Die Wirtschaft", Berlin W 8

Branchekundiger Einkäufer,
welcher zugleich als Terminbearbeiter eingesetzt wird, für sofort gesucht.
Gerufon-Radio, Quedlinburg/Harz
Pölkenstraße 38

Lautsprecher-
REPARATUREN
UND
NEUANFERTIGUNG

aufmagnetisieren – spritzen
sauber, schnell, preiswert

Mechanische Werkstätte
ALFRED PÜTZ
Arnstadt i. Thür., Friedrichstr. 2
Telefon 673

RFT **VEB Stern-Radio Sonneberg**
sucht für die Rundfunkgeräte-Produktion (speziell UKW-Technik)
einen Leiter des Prüffeldes
einen Assistenten für Gütekontrolle
HF-Ingenieure oder qualifizierte Techniker mit Berufspraxis und möglichst Betriebserfahrung bitten wir um schriftliche Bewerbung mit Lebenslauf oder persönliche Vorstellung im Werk.
Sonneberg 3 (Thür.), Neuhäuser Str. 8, **Bahnhof Sonneberg-Ost**

Umformer 6 V = 200–300 V = (etwa 60 mA) gesucht.
RADIO-PEPPERNICK, Klinge über Forst (Lausitz)



versilbert
vernickelt
verzinkt
Massenartikel
GLAUCHAU / Sa., Telefon 2517

Radio- und sonstige
Reparaturkarten
Kloss & Co., Mühlhausen / Thüringen
Fordern Sie unverbindlich Muster!

Kondensator-MIKROFONE
äußerst preiswert, kurzfristig lieferbar.
Ing. Erh. Walther, Plauen (Vogtl.)
Fabrikstraße 31/33



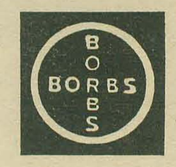
ELEKTRO - RADIO - PHONO
GROSSHANDLUNG UND HANDELSVERTRETUNGEN
Leipzig C 1, Georgiring 10 (direkt am Hauptbahnhof)

Gesucht:
Tonfrequenzgenerator
20 Hz – 15 kHz
(möglichst Mende-Generator)
Angebote erbeten an **Radio-Dienst Görlitz,** Dr.-Friedrichs-Straße 10

Dringend gesucht:
Einanker-Umformer
12 V=/220 V~ bis 1–1,5 A
bzw. 24 V=/220 V~ bis 1–1,5 A
Angeb. an **Funkhaus Küchenmeister,** Wismar/Meckl., Hegede 5

Oberflächenveredlung
brünieren, phosphatieren, entrosten. Ausführung **schnellstens**
Brünier-Anstalt
Zwickau/Sa., Crimmitschauer Str. 36 A

Ihre Bezugsquelle
für Rundfunkteile



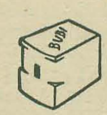
KARL BORBS K.G.
LEIPZIG

DER KOPF AUF DEN SIE GEWARTET HABEN –



DER **BUBI -KOPF** IST DA!

Miniatur - Tonbandkopfsatz
für 9,5 cm/sec Bandgeschwindigkeit
Preisgünstig Klein Zuverlässig



Hochohmiger Kombikopf • Doppelspur • HF-Löschkopf aus Ferrit • Löschkopf schwingt in Colpitts • Lösch- und Vormagnetisierungsfrequenz 45 KHz

DER KOPF, DER IHNEN NUR VORTEILE BRINGT

Marcon und Großer, Erfurt, Thälmannstr. 15

«Lipsia» RADIO- und ELEKTRO-
GROSSHANDELSGESELLSCHAFT

Die Fachgroßhandlung für den Rundfunkbedarf
liefert: Rundfunkzubehör · Reparaturteile
Skalen · Gehäuse · Bastelteile
Magnet-Tonbandgeräte · Bauteile
Verstärkeranlagen · Mikrofone

Leipzig C 1, Querstraße 26/28, Fernruf 66012

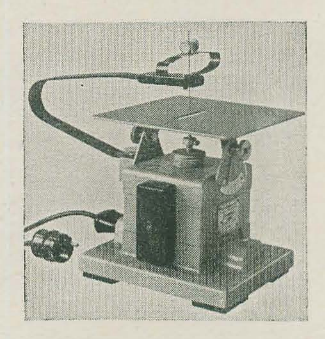
Kondensatoren **RFT**

Papier-Kondensatoren im Isolierrohr
(Kunststoffgehäuse, Hartpapier- oder Glasrohr) DIN 41 166 Kl. 3
Kapazitäten von 1000 pF bis 0,5 μF in normaler und dämpfungsarmer Ausführung
Niedervolt-Elektrolyt-Kondensatoren im Isolierrohr
mit beiderseitigem Vergußmasseabschluß DIN 41 332 Kl. 3

kurzfristig lieferbar!

VEB KONDENSATORENWERK FREIBERG Freiberg (Sachsen)

ELEKTRISCHE FEINSÄGEN



vom

VEB Elektromaschinenbau Sachsenwerk

und

VEB Schwermaschinenbau Heinrich Rau

liefern an Großabnehmer die Niederlassungen der

DHZ MASCHINEN- UND FAHRZEUGBAU

Referat Werkzeuge

Berlin NW 7, Albrechtstraße 10
Cottbus, Berliner Straße 130
Dresden N 6, Großenhainer Straße 21
Erfurt, Iderhoffstraße 4
Eisenach, Georgenstraße 31/32
Görlitz, Bahnhofstraße 66/67
Halle, Niemeyerstraße 18/19
Jena, Engelplatz 1
Karl-Marx-Stadt, Heinrich-Lorenz-Straße 2/4
Leipzig, Plauensche Straße 13
Magdeburg-Neustadt, Nachtweide 36/43
Neubrandenburg, Speicherstraße 2
Rostock, Am Güterbahnhof 20/21
Schwerin, Lübecker Str. 27/29
Zella-Mehlis, Albrechtser Weg 2/4
Zwickau, Leipziger Straße 31



Entstörmittel

Kondensatoren

Ernst Groß oHG, Sömmerda 3 (Thür.)









RADIO UND FERNSEHEN

MONATSZEITSCHRIFT

FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK

UND ELEKTRONIK

1954

3. Jahrgang



VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN W 8

INHALTSVERZEICHNIS

AUTORENVERZEICHNIS

III/18/36 Lizenz-Nr. 4102 18850 125